MEMORIAS

DE LA

Real Academia de Ciencias y Artes

DE

BARCELONA

Tomo IV.

S. 1005 B.6.

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA

DE

CIENCIAS Y ARTES

DE

BARCELONA

Tomo IV. — Años 1901 á 1904

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

63 — Calle Conde del Asalto, — 63

1901-1904

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES DE BARCELONA

TOMO IV

ÍNDICE

Págs.

I.—Algunas consideraciones generales acerca de las causas que han contribuído principalmente al desarrollo de las ciencias experimentales y de sus aplicaciones en nuestro días, por *D. Eugenio Mascareñas.* 1

II.—De como entiendo que tiene lugar, físicamente, la formación de las dunas y modo radical de evitarla entre las desembocaduras de los ríos Ter y Fluviá, por *D. Luis Rouvière.* 11

III.—Distribución de los astros en el espacio, por *D. José Comas Solá..* . 29

IV.—Observaciones del eclipse total de Sol del 28 de mayo de 1900, por *D. José Comas Solá..* 47

V.—Medidas micrométricas de 156 estrellas múltiples, por *D. José Comas Solá.* 53

VI.—Aplicación de la cantidad indefinidamente grande á las funciones elípticas, por *D. Lauro Clariana y Ricart.* 75

VII.—Arte moderno, por *D. José Masriera y Manovens.* 83

VIII.—La Hora, por *D. José Ricart y Giralt.* 89

IX.—Nuevas observaciones de Marte; oposición de 1901, por *D. José Comas Solá.* 111

X.—Comparación matemática entre los distintos modos de calcular los descuentos simple y compuesto, por *D. Antonio Torrents y Monner.* . 115

XI.—Del infinito, por *D. Luis Rouvière.* 145

XII.—De la importancia de los Laboratorios de Fisiología en el adelantamiento de las Ciencias Médicas, por el *Excmo. Sr. D. Ramón Coll y Pujol.* 151

XIII.—La Nova Persei, por *D. José Comas Solá.* 157

XIV.—Júpiter en 1901, por *D. José Comas Solá.* 189

XV.—La Termo-dinámica en la Astronomía.—Primera parte.—La aceleración secular de la Luna, por *D. Luis Canalda.* 203

XVI.—Estudio y aplicaciones industriales de los gases combustibles, por *D. Conrado Sintas y Orfila.* 225

Págs.

XVII.—La Pesca, por *D. Joaquín de Borja y Goyeneche*. 237

XVIII.—Sobre la presencia del tramo Kimeridgense en el Montsech y hallazgo de un Batracio en sus hiladas, por *D. Luis Mariano Vidal*. Una nueva Cicada del Kimeridgense en el Montsech, por *Mr. Fernand Meunier*.. 263

XIX.—La fundición de bronces de arte á cera perdida, por *D. José Masriera y Manovens*. 275

XX.—Un caso de fasciación, por *D. Carlos de Camps y de Olzinellas* . . 285

XXI.—Mas Graptolites en la mole del Tibidabo (Barcelona), por *D. Jaime Almera*, Pbro. Canónigo. 291

XXII.—Importancia de los sistemas harmónicos en la constitución de la matemática, por *D. Santiago Mundi y Giró*. 301

XXIII.—Medidas micrométricas de 60 estrellas dobles, por *D. José Comas Solá*. 317

XXIV.—Análisis de algunas aguas minerales de España, por *D. José Casares Gil*. 327

XXV.—Excursión geológica dirigida á estudiar las relaciones del grupo de Mongat con el de Vallcarca, por *D. Jaime Almera*, Pbro. Canónigo. 337

XXVI.—Sobre algunas impresiones vegetales del Kimeridgense en Santa María de Meyá, provincia de Lérida (Cataluña), por *M. René Zeiller* 345

XXVII.—Colores y aromas florales, por *D. Juan Cadevall y Diars*. . . 357

XXVIII.—Diláridos de España por el *R. P. Longinos Navás* S. J.. . . 373

XXIX.—Sobre un arco de paralelo, por el *Conde de Cañete del Pinar*.. . 383

XXX.—Sobre los radiantes estacionarios, por *D. José Comas Solá*.. . . 425

XXXI.—Notas sobre los planetas Júpiter y Saturno, por *D. José Comas Solá*. 435

XXXII.—Caractéres ópticos de los cristales diáfanos.—1.º Indice de refracción, por *D. Pedro Marcer*, Pbro.. 441

XXXIII.—Consideraciones sobre los restos fósiles cuaternarios de la caverna de Gracia (Barcelona), por *D. Jaime Almera*, Pbro. Canónigo y *D. Arturo Bofill*. 447

XXXIV.—Nuevas contribuciones á la fauna de los Kimenópteros fósiles, por *Mr. Fernand Meunier*. 461

XXXV.—Noticia sobre los Peces de la caliza litográfica de la provincia de Lérida (Cataluña), por *Mr. H. E. Sauvage*. 467

XXXVI.—Problema de meteorología pirenaica, por *D. Rafael Puig y Valls*.. 483

XXXVII.—Importancia de ciertas funciones para obtener directa y fácilmente muchas integrales de aplicación á la Mecánica racional, por *D. Lauro Clariana y Ricart*.. 491

Págs.

XXXVIII.—El arte plástico y gráfico, por *D. José Masriera y Manovens.* 509

XXXIX.—Una playa de terreno cuaternario antiguo en el llano de San Juan de Vilasar, por *D. Jaime Almera*, Pbro. Canónigo. 515

XL.—El Llobregat: sus cuencas alta, media y baja, y obras indispensables que hay que realizar en ellas para conseguir que las inundaciones sean cada vez menos temibles y las aguas normales más constantes, con aumentos de riqueza pública y particular, por *D. Rafael Puig y Valls*. 525

NATURAL HISTORY

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 1

ALGUNAS CONSIDERACIONES GENERALES ACERCA DE LAS CAUSAS QUE HAN CONTRIBUÍDO PRINCIPALMENTE AL DESARROLLO DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES Y DE SUS APLICACIONES EN NUESTROS DÍAS

POR EL

DR. D. EUGENIO MASCAREÑAS

Académico Numerario

Publicada en diciembre de 1901

BRITISH MUSEUM NATURAL HISTORY

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1901

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 1

ALGUNAS CONSIDERACIONES GENERALES ACERCA DE LAS CAUSAS QUE HAN CONTRIBUÍDO PRINCIPALMENTE AL DESARROLLO DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES Y DE SUS APLICACIONES EN NUESTROS DÍAS

POR EL

DR. D. EUGENIO MASCAREÑAS

Académico Numerario

Publicada en diciembre de 1901

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1901

Algunas consideraciones generales acerca de las causas que han contribuído principalmente al desarrollo de las ciencias experimentales y de sus aplicaciones en nuestros días

por el Dr. D. Eugenio Mascareñas

Académico Numerario

Memoria leída en la sesión pública inaugural del año académico de 1900 á 1901 celebrada el día 30 de octubre de 1900

Excmo. Sr.:

Señores:

Una voz elocuente, autorizada, y mucho más diestra que la mía, en el arte de interesar y persuadir al auditorio, debería ser la que expresara hoy los sentimientos de la Academia, al inaugurar con la solemnidad de costumbre el primer curso de sus tareas, correspondiente á la vigésima centuria. Pero el turno riguroso para la designación de los trabajos, ley en esta corporación que á todos por igual obliga, hízome la merced, para mi honrosísima á la par que inmerecida, de traerme á este sitio; y á él llego con la satisfacción que produce en toda conciencia honrada el cumplimiento del deber contraído, mas con el pesar al mismo tiempo, que entenebrece el ánimo, de quien cual yo considera, por una parte la alteza de la misión conferida, y por otra la exiguidad de sus propios recursos, harto deficientes, por desgracia, para llevarla á cabo con aquella profundidad en los conceptos, y que aquel sabroso decir, de que dieron siempre gallarda muestra, cuantos académicos ocuparon este mismo sitio en ocasión análoga á la presente.

El abolengo ilustre de esta sabia corporación, la respetabilidad de las autoridades que hoy la honran con su presencia, el inteligente y escogido público que realza con su atención deferente la solemnidad de esta fiesta, todo, en una palabra, parece llevar consigo cierta marca de imperativo derecho, que impone al que en estos momentos os habla el cumplimiento de un difícil y delicado deber. Mas por ley de la naturaleza, de que no está en mi mano eximirme, si alcanzo á concebir lo legítimo de vuestro derecho, y empeño, con verdadero interés, mi voluntad, en darle satisfacción cumplida, la falta de otras dotes, que al Cielo no plugo concederme malogra y esteriliza mis esfuerzos, impidiéndome corresponder á vuestras naturales y legítimas esperanzas. En este conflicto penoso, que no evoco á manera de retórico y afectado alarde, sino como manifestación ingénua de una

gran verdad, permitidme, señores, que os demande humildemente el indispensable concurso de vuestra cortés y generosa benevolencia. A su amparo parece que disminuye la gravedad de mí empresa, que mi espíritu cobra nuevos bríos, y que alentado por la simpatía de vuestro afecto, sin desoir, no obstante, el *tentate diu quid ferre recusent, quid valeant humeri*, del gran Horacio me disponga á anunciaros, dentro de breves momentos, el punto escogido como tema del trabajo, que hoy someto á vuestra ilustrada consideración.

Próximas ya á sonar las últimas horas del siglo diez y nueve, parece natural que sus hijos, testigos presenciales de sus triunfos y orgullosos de las preciadas conquistas, obtenidas en él para bien de la humanidad, se apresten á dirigir á través de esta centuria una mirada retrospectiva, á fin de reunir y condensar más tarde, en armónica y comprensiva síntesis, el abigarrado conjunto de intelectuales preseas, que cual confuso y movible panorama se ofrecen á la consideración del observador atento, que recorre una á una las páginas todas de su interesante historia. Labor de superior empeño, á la que sólo podría dar cima un genio extraordinario sería esta, que bien pudiera calificarse de himno por una parte, y por otra de balance intelectual. Si por el primer concepto se haría acreedora al aplauso del poeta, por el segundo llevaría consigo los sufragios todos del filósofo y de los hombres prácticos. El saldo así obtenido, cual precioso legado, para la centuria vigésima, sería de tal importancia, que la mente se abisma al imaginar hasta donde podrá llegar el entendimiento humano, si la rapidez de este progreso no se detiene, en el descubrimiento de los arcanos de la naturaleza. Y cabe preguntar también á que causa se debe que en tales momentos históricos, cual ahora se dice, haya surgido un movimiento intelectual tan vigoroso, sin precedente en los pasados siglos.

Gloria grande sería para mi la de acometer de lleno ó esbozar siquiera los rasgos principales de tan hermoso cuadro, apoteosis sublime de la inteligencia humana que, limitada en sus alcances, pero progresiva siempre, ve gozosa hoy, con la satisfacción del más noble y legítimo de sus triunfos, alejarse de día en día las barreras que se oponen á su progreso, divisando escrito en ellas por la diestra del Omnipotente un movible *Plus ultra* que retrocede, ante la incansable actividad del hombre, sin cesar. Mas ya que á tal empresa no lleguen mis fuerzas he de intentar al menos el desarrollo de una fracción mínima de aquel pensamiento grandioso, exponiendo ALGUNAS CONSIDERACIONES GENERALES ACERCA DE LAS CAUSAS QUE HAN CONTRIBUIDO PRINCIPALMENTE AL DESARROLLO DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES Y DE SUS APLICACIONES EN NUESTROS DÍAS.

Avida la inteligencia humana de la posesión de la verdad, que es su fin, á su encuentro avanza, movida por impulso irresistible, y la atracción que entre ambas existe es tan necesaria y fatal, como la que observarse puede entre las masas materiales del mundo físico. Por esto la verdad que hace presa en el entendimiento en vano fuera pretender arrancarla de él, ni cabe admitir tampoco que el hombre sea libre para efectuar este divorcio que negaría á la más noble y preciada de

sus facultades su legítima satisfacción. Es además consecuencia indispensable de la armonía que preside á la gran obra de la Creación, en la que se reflejan fielmente las perfecciones divinas, que toda necesidad pueda satisfacerse, que todo fin tenga, los medios convenientes para alcanzarlo. Y por esta razón al dotar Dios al hombre de una inteligencia que le pone por cima de cuantos seres pueblan el Universo, dióle también con ella los recursos de que ha menester para llegar á la posesión de lo verdadero, y saborear entonces los placeres inefables del espíritu, mostrando así, con este goce puro y legítimo, su elevado rango y divino orígen.

Las reglas del discurso, el camino que sigue el entendimiento humano en busca de la verdad, variables aparentemente, según el orden y naturaleza de los conocimientos á cuya posesión aspira, son, sin embargo, en su esencia únicas, ya se proponga conocer la realidad en las cuestiones más vulgares de la vida, ó intente, por el contrario, hallarla en aquellas otras disquisiciones sútiles y profundas que entretienen la actividad de los sabios ó filósofos. Y partiendo siempre de los datos que le proporciona la experiencia ó la razón, se eleva unas veces de lo particular á lo general y desciende otras en sentido inverso, según previenen los métodos que la lógica llama inductivo y deductivo, partes fundamentales del verdadero y único método que no se excluyen, sino que se armonizan y completan, aun cuando el uso, que de ellas se hace, guarde relación estrecha con la naturaleza é índole especial de las diversas ciencias. Observadas éstas en su desarrollo sucesivo, según el orden histórico, adviértese desde luego que el hombre, á impulsos de especial instinto ó de providencial designio, procedió á estudiarse á si mismo, antes de penetrar en los misterios, que encierra, el mundo exterior que le rodea; y las sensaciones subjetivas, los elementos que podemos llamar racionales, constituyeron la base principal de su observación, y dieron orígen en primer término á las ciencias abstractas y á la filosofía. No quiero desconocer, sin embargo, las tentativas que el ingenio humano hizo en todas las épocas, para sondear los misterios de la naturaleza, pero el conjunto de conocimientos sobre ella adquiridos fué durante largos tiempos muy escaso, si bien no despreciable, en comparación con el raudal copiosísimo de los que brotaron después, á impulsos de la actividad empleada en el transcurso del presente siglo. Fenómeno, por todos reconocido, que debe tener su explicación natural, en las leyes de nuestra inteligencia, invariable, á través de todas las edades, pero que, sin duda, encontraron en los tiempos que hoy corremos condiciones favorabilísimas para su fecunda y útil aplicación en el conocimiento del mundo físico.

El método para investigar la verdad comprende, según Naville, tres actos, que todo entendimiento realiza más ó menos conscientemente á medida del grado relativo de su ilustración individual. Primero observa, es decir fija una atención reflexiva sobre el fenómeno psíquico, racional ó externo que le impresiona, atención que implica cierta actividad por parte de nuestra alma, independiente de la esencia y circunstancias del fenómeno observado, pero fácil de comprender diciendo que para observar no basta ver es necesario mirar, no basta oir es necesario

escuchar. Esta observación pasiva, sencilla, si se quiere, no proporciona siempre los elementos primordiales de la investigación, y cuando del mundo físico se trata es necesario además de escuchar á la naturaleza interrogarla, pasando así la observación al rango de experiencia. En esta el observador modifica las circunstancias especiales en que se produce el fenómeno, y su actividad se despliega tanto por el hecho de la atención de su espíritu, como por el de las modificaciones allegadas para producir el experimento. Conocidos así los hechos particulares el espíritu se eleva por la inducción al conocimiento de lo general, que es la base verdadera de la Ciencia.

Más ésta no puede existir sin la indagación y el descubrimiento de las causas de los fenómenos, y hé aquí el segundo acto que el hombre realiza mediante las hipótesis. Antes de conocer las verdaderas causas el entendimiento las supone, y sean una ó muchas las suposiciones que le asalten, instintivamente se ve obligado á someterlas todas á la piedra de toque de una lógica comprobación. Cotejo indispensable para aproximarse más al conocimiento de la realidad, que da orígen mediante la deducción á un conjunto de consecuencias que constituyen *el sistema*, el cual á su vez, cuando concuerda con los hechos, adquiere en la ciencia el nombre *de teoría*. Esta comprobación es el acto tercero y último del verdadero método que se resume, según el autor ilustre de la *Física moderna,* ya citado, en estas tres palabras observar, suponer, verificar.

¿Y el hombre ha realizado siempre bajo las mismas condiciones estos tres actos para inquirir el conocimiento verdadero del mundo físico? Sabido es que nó. Durante la civilización griega y aún muchos siglos después, la especulación privaba entre los sabios ó filósofos, que armados siempre de ella, y cuando más de observaciones ligeras é incompletas, pretendieron conocer y explicar los fenómenos de la naturaleza, y orgullosos, sin duda, de los triunfos logrados en el campo de la matemática, figuráronse hallar escritas en su cerebro no solo las leyes de la cantidad, sino también las que rigen á todos los fenómenos objetivos ó externos. Descarriado así el entendimiento humano por sendas distintas de las que habían de conducirle al conocimiento de la realidad, vagó largos siglos, sin brújula ni derrotero, por el proceloso mar de las hipótesis más atrevidas, de los sistemas más aventurados y de las explicaciones *á priori*, envuelto siempre en las densas nieblas de su ignorancia, sin que fueran parte á sacarle de ellas, algunos rayos de luz, que de vez en cuando emanaban, quizá inconscientemente, de los genios superiores florecientes en aquella época. La experiencia ordenada, metódica, racional, que tiene siempre á la vista todos los datos y circunstancias determinados por el experimentador, y que no procede al azar, sino que por el contrario, suele ir guiada por una idea teórica, que es como la antorcha que ilumina su camino, fué enteramente desconocida en aquellos tiempos.

Y á esta experiencia hay que atribuir, señores, el orígen principal del desarrollo y progreso de las ciencias de la naturaleza. Ella nos da los hechos, base positiva de todo razonamiento, legitima ó repudia las hipótesis que han de expli-

carlos, educa el ingenio con el ejercicio de una sólida observación, juiciosa y desapasionada, y abre al mismo tiempo horizontes nuevos al entendimiento para la investigación de la verdad, fecundizando la semilla del genio, que bien pudiera yacer sin su vital concurso esteril é ignorada, aún en el seno de los talentos más privilegiados. Los hábitos contraídos por el experimentador desarrollan eficazmente las fuerzas reflexivas de su espíritu, y le hacen comprender, si así me es lícito expresarme, esa lógica viva que Dios ha escrito con caracteres indelebles en el fondo de su pensamiento, y someterse gustoso á sus sabios preceptos, aun antes de haberlos aprendido en las lógicas escritas por los filósofos. Pues no cabe negar que así como hay un instinto que preside á la conservación de nuestro cuerpo, independiente de toda regla ó precepto, hay también en el espíritu movimientos espontáneos, que le llevan seguramente al camino de la verdad, aunque no se halle fortalecido por los saludables consejos de la lógica.

La observación por si sola ó bien elevada á la categoría de experiencia, realízase mediante los sentidos, auxiliados casi siempre con instrumentos de perfección notable, que aumentan extraordinariamente su alcance perceptivo. La posesión de estos instrumentos, ideados unos y perfeccionados otros, durante este siglo, debe señalarse también como una de las causas principales del vertiginoso movimiento intelectual que tanto nos admira. Sin alardear de erudición, ni de gran esfuerzo intelectivo, de seguro que asomarán involuntariamente á vuestra memoria los nombres de ciertos aparatos analíticos, á cuyo uso, cada vez más generalizado, debe la Ciencia moderna inmensos servicios. El telescopio, el microscopio, el espectroscopio y los polarímetros han abierto á la investigación humana variados y amplísimos horizontes, desconocidos en las edades pasadas, y cuya exploración en la presente va seguida de contínuos y cada vez más interesantes descubrimientos. La Astronomía, la Biología, la Física, la Química y todas las aplicaciones que de estas ciencias principales emanan, parten en muchos casos de observaciones realizadas con su auxilio, tan útil á los fines de la especulación científica como á las aplicaciones prácticas. Y sirviéndose en todos ellos de la misma forma de energía, la luz, sondea el hombre las profundidades del espacio, penetra en la trama íntima de los cuerpos, analiza con pasmosa seguridad la materia de que están constituídos los soles y las nebulosas, percibe astros ocultos á la observación directa, fijando la luz invisible que de ellos emana en una sensible placa fotográfica, fórmase idea del estado de agrupación atómica de ciertos cuerpos, y advierte por doquiera la palpitación de la vida, así en las grandiosas manifestaciones del macrocosmos, como en aquellas otras, no menos sublimes en medio de su infinita pequeñez, revelables solo á la observación microscópica. Auxiliado también de aparatos igualmente ingeniosos trueca unas en otras las manifestaciones más diversas de la energía; el calor, la fuerza mecánica y la electricidad obedecen hoy ciegamente á su mandato, y á la vista están, señores, y del dominio público son también, las sorprendentes y útiles consecuencias que de tales metamórfosis se derivan, así para el progreso puramente científico, como para el indus-

trial. Los sentidos se multiplican y perfeccionan de este modo y á su compás aumenta el caudal de hechos ó datos primordiales de la investigación. Un solo individuo que consagre su actividad á un ramo especial de las ciencias naturales, puede recoger hoy muchas más y más valiosas observaciones, que toda una generación en los pasados siglos.

Pero los hechos, peldaño primero de la escala porque ha de subir nuestra inteligencia en el camino de la inducción, no constituyen por si solos la ciencia, aunque de ella sean riquísimo y valioso material. Una vez obtenidos el dominio de lo empírico cesa y sobre él se alza soberbio y magestuoso el imperio de la razón. Quien al hecho quiera contraerse y desdañe con desprecio la especulación, jamás poseerá el conocimiento científico. El hecho, lo material, es la base para lo especulativo, lo racional. Por esta razón aguijonea al sabio, en sus investigaciones, el incesante *cómo* y el no menos importuno *por qué*. Y es que la ciencia se halla en el conocimiento de las causas, en la explicación de los fenómenos, y en la averiguación de la ley, que los enlaza y encadena con su orígen fundamental. La observación aislada, fría, huérfana de toda curiosidad que al conocimiento de su causa inmediata se refiera, podría ser el rasgo distintivo de un autómata ó mecanismo registrador de los fenómenos del mundo sensible, más nunca la marca específica del hombre, del sér racional por excelencia, en cuyo espíritu depositó Dios el gérmen de las nociones de causalidad, sencillez, armonía y finalidad, llamadas hoy con razón, por algunos, principios directores de la Ciencia.

El deseo de conocer las causas, la febril ansiedad que nos empeña en su persecución, es el estímulo más eficaz para el trabajo, y la condición ineludible de todo progreso científico. Pero queda dicho que antes de hallarlas hay que suponerlas, y he aquí porque este nuevo acto del discurso, la suposición ó la hipótesis, debe considerarse como factor esencial de la Ciencia.

Mas la hipótesis en el Siglo XIX no es un caprichoso vagar de la fantasía, sino que «encierra en sí y explica» como dice nuestro ilustre Echegaray, «todos los »hechos conocidos; es producto de la razón, pero se funda en la experiencia; es »una gran síntesis, más va precedida de minucioso análisis; no ha sido forjada le»jos del teatro de los fenómenos sino con carne y sangre, si se nos permite esta »frase, de los fenómenos mismos.» Y por si esto no la justificara bastante ha de someterse á rigurosa comprobación para apreciar con esmero los quilates todos de su verdad.

En este acto tercero y último del proceso que venimos indicando desciende el entendimiento por la vía deductiva, y armado con los poderosos recursos que le suministra el cálculo matemático confirma una á una las leyes empíricas, obtenidas por la inducción, llega hasta el terreno de los hechos, y á veces en este largo viaje le sorprenden nuevos é inesperados descubrimientos. No se crea, sin embargo, que la suerte de todas las hipótesis sea tan afortunada. Muchas hay que no pueden resistir á la piedra de toque de esta comprobación, y basta que un solo hecho se las oponga, para que el naturalista las rechace como erróneas.

Si la lógica de la deducción fué hecha por Aristóteles y la de la deducción está ya muy avanzada entre los modernos, preciso es confesar con Naville, que hay que conceder á la lógica de la hipótesis el lugar que para sí reclama entre los orígenes de nuestros conocimientos. Decidme, ¿qué sería de la biología sin aquella hipótesis feliz de Schwann, cuyo fué el pensamiento de que todos los órganos de los cuerpos vivos están compuestos de un elemento único, diversamente modificado, la célula? ¿Y cuál fuera á su vez el atraso de Física sin la noción del éter y el de la Química orgánica sin el concepto ingenioso y fecundo de Kekulé, sobre la tretravalencia del carbono? La hipótesis tiene además á su favor, como uno de los títulos que mejor la honran, el ser fruto de una espontaneidad, característica del génio, pues, casi todas las que han salido airosas en la prueba de la comprobación surjieron antes de un talento privilegiado, sin fatiga, esfuerzo ni desvelos, por una especie de iluminación repentina del espíritu, cultivado préviamente, que concuerda muy bien con aquella doctrina admirable de Santo Tomás, que sostiene que el discurso nos fué dado para suplir á la falta de la intuición peculiar á las inteligencias superiores, cualidad que aumenta á medida que se aproximan éstas á Dios, quien, como ser perfecto que es, todo lo comprende en una sola idea sencilla pero infinita, la de su propia esencia.

La experiencia y el cálculo matemático son los principales medios de comprobación qne para las hipótesis se usan hoy en las Ciencias de la naturaleza. Al eficaz concurso de entrambos debe la Física su floreciente estado de desarrollo y la precisión admirable de sus métodos; y otras ciencias naturales más apartadas del dominio matemático que ella, reciben también de éste una influencia bienhechora, que á la vez que contribuye á su progreso, justifican la frase bien conocida de que todos los fenómenos del mundo físico tienden á reducirse á fenómenos mecánicos.

Pero no bastan para dar explicación cumplida del portentoso avance de las ciencias experimentales en nuestros días, las observaciones anteriores, por razonables y exactas que parezcan. Otro factor esencialísimo entra en juego seguramente, y contribuye como el que más á fecundizar el campo todo de la experimentación, para que de él se recojan sin cesar abundantes y sazonados frutos. Este factor, señores, ya lo habreis adivinado, es el factor fundamental de la enseñanza. Asi como un conquistador necesita para ensanchar sus dominios de un ejército que se distinga tanto por la bondad de su organización y armamento como por su nómero, el sabio ha menester también de un plan hábilmente trazado, de aparatos exactos y sensibles y de un contingente numeroso de expertos y entusiastas investigadores, que no se reclutan en otro sitio que en las aulas de las Universidades.

Y esta es la razón por la que se han esforzado todos los gobiernos de Europa, que supieron unir al concepto exacto de su deber un verdadero sentimiento de patriotismo, en dotar á la enseñanza de las Ciencias naturales, de la organización, medios y alicientes más en armonía con su fin, para dar á los profesores

y alumnos, todo género de facilidades en la exposición y adquisición respectiva de los conocimientos, y desarrollar á la vez el noble afán de la investigación científica, que es preliminar indispensable de todo descubrimiento.

No viven en la civlización presente, aunque disfruten en parte de sus beneficios, aquellos países, que por causas que no me incumbe analizar en este sitio, dejan la referida enseñanza en lastimoso abandono, no obstante el prurito innovador de sus legisladores, muy fecundos en concebir decretos, pero harto estériles, por desgracia, para dar á luz una verdadera y eficaz reforma, completa en sus detalles, armónica en su conjunto y sencilla á la vez, que una á todas estas circunstancias la preciada condición de fijeza y estabilidad, ansiada en vano, hasta ahora, por cuantas personas se interesan con amor y devoción en los asuntos docentes.

Y sin tomar ejemplos de nuestro país, para poner en relieve las fatales consecuencias, que una dirección viciosa ó poco ilustrada produce, desde las esferas del poder, en lo que pudiéramos llamar prosperidad científica de una nación, permitidme que cite, á este propósito, las palabras del sabio profesor francés Duhem hablando de Química física con respecto á su propia pátria. «Esta ciencia nueva, »dice, hacia la que se encaminaron desde los tiempos de Newton, cual si fuera »una tierra de promisión, los esfuerzos de tantos genios, fué divisada en lonta»nanza y señalada con especial placer por Enrique Sainte Claire Deville á sus »discípulos; uno de ellos J. Montier tuvo la suerte de ser el primero en penetrar »allí, recojiendo frutos que atestiguaban la fecundidad de los campos entrevistos »por el químico de la Escuela normal, pero la mayoría de los físicos y químicos »franceses rehusó seguirle, porque los grandes prelados de la Ciencia oficial »habían cerrado con su veto la nueva comarca, cuyos primeros senderos abrió »Montier, amenazando con sus excomuniones á los que intentaran colonizarla. »Una vez más el despotismo, engendrado por la centralización, privó al genio »francés del fruto de sus descubrimientos.» (1)

Y más adelante, al hablar del rápido desarrollo que adquirió la industria química en la Saboya y el Delfinado dice el mismo sabio francés lo siguiente: «No »es en Francia, es en las Universidades y Escuelas politécnicas extrangeras, en »Carlsruhe ó Zürich, en donde han adquirido la mayoría de los ingenieros de estas »fábricas los conocimientos con que explotan las fuerzas naturales y los filones de »nuestro suelo; y por efecto de la enseñanza extranjera penetran en ellas el per»sonal extranjero, el obrero extranjero y la máquina extranjera también. ¿Porqué, »añade con patriótico acento, el profesor á que me refiero, la Universidad de »Grenoble no rivaliza con el Politecnium de Zürich? ¿Qué hace el estado francés, »el estado que tiene á la vez la responsabilidad de nuestro desarrollo científico, y »la salvaguardia de nuestra prosperidad industrial, para favorecer en Grenoble la

(1) Une science nouvelle, la Chimie physique, pour P. Duhem, Bordeaux, 1899.

¿enseñanza de la electro-física, para crear la enseñanzas de la electro-química? »Da cada año una subvención de 1.300 francos.»

Al lado de estos ejemplos, que demuestran en un país tan adelantado con respecto al nuestro, como la vecina república, cierta negligencia por parte de sus gobiernos, negligencia que le echan en cara con enérgico acento los profesores de sus Uuiversidades, hay también en él modelos dignos de imitación para las naciones que sienten en mayor cuantía, el abandono ó la mala dirección de los poderes públicos. Y la iniciativa privada ha acudido solícita al llamamiento de algunos de sus sabios, ofreciendo con largueza los recursos negados por el poder central. Así ha sucedido en Nancy con la erección del Instituto electro-químico, concebida por el profosor Haller, que obtuvo, dirigiendo un llamamiento apremiante á la iniciativa particular, una suma superior á la de 400.000 francos necesaria para aquel objeto.

Si la enseñanza y el desenvolvimiento científico que de su buena organización deriva, no han de ser letra muerta para nuestro infortunado país, bueno será que reflexionemos sobre estos ejemplos, y que despertando de la apatía, que es en nosotros habitual, procuremos interesar también la acción privada en los asuntos docentes, provocando así su inmediata mejora, para que con ella se eleve á la par el nivel de la enseñanza superior, de la cual depende, como es bien sabido, la influencia que ejerce hoy cada nación sobre el mundo entero.

He dicho.

PRE[illegible]
3 JAN[illegible]

ADVERTENCIA

El tomo III de las MEMORIAS lo formarán las varias que hasta ahora se han repartido con paginación independiente para cada una, cuyo índice ú órden de colocación se dará al terminar la publicación, hoy en curso, de la que lleva por título «Descripción de los depósitos pliocénicos».

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 2

DE COMO ENTIENDO QUE TIENE LUGAR, FÍSICAMENTE, LA FORMACIÓN DE LAS DUNAS Y MODO RADICAL DE EVITARLA ENTRE LAS DESEMBOCADURAS DE LOS RÍOS TER Y FLUVIÁ

POR EL

ING.º D. LUIS ROUVIÈRE

Académico Numerario

Publicada en diciembre de 1901

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1901

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 2

DE COMO ENTIENDO QUE TIENE LUGAR, FÍSICAMENTE, LA FORMACIÓN DE LAS DUNAS Y MODO RADICAL DE EVITARLA ENTRE LAS DESEMBOCADURAS DE LOS RÍOS TER Y FLUVIÁ

POR EL

ING.º D. LUIS ROUVIÈRE

Académico Numerario

Publicada en diciembre de 1901

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1901

De como entiendo que tiene lugar, físicamente, la formación de las dunas y modo radical de evitarla entre las desembocaduras de los ríos Ter y Fluviá

por D. Luis Rouviére

Académico numerario

Fué, Señores Académicos, mi profesor de química durante la carrera de de Ingeniero industrial, D. José Roura, miembro de esta Real Academia.

Como especie de nimbo, trás del sillón desde el cual prodigaba sus lecciones, descollaba un enorme cartelón en el que se leía el siguiente dístico:

La industria, de la ciencia auxiliada,
Parece formar séres de la nada.

Y aquel señor, al leerlo con frecuencia en cátedra, solía añadir, con aquellos ribetes de malicia que le eran peculiares: «en este *parece,* en él está el quid sentencioso de este dístico.»

A la distancia de algunos lustros el dístico vá pareciendo inocentón, más en la forma que en el fondo; pero como en cosas de muchísimo más bulto y trascendencia científica el quid está en palabras desdeñadas por quienes no deben desdeñarlas, y yo he de hacer hincapie en ellas en apoyo de lo que tengo de comunicaros en este humilde trabajo y además tengo fé, pero fé firme, inquebrantable, justificada en las manifestaciones que inicié aquí once años hace con mis «Leyes cósmicas segúu el principio dinámico del calor», considero como deber profesional sostenerlas y aclararlas mientras viva, porque entiendo con ello prestar un servicio desinteresado á la ciencia, á la industria y á la humanidad, que otros con mayor ilustración, podrán combatir, aceptar ó esclarecer mejor que yo, debo recordaros que sin acudir á pareados, Newton, autor de las más grandes concepciones matemáticas, sentó el principio de que los cuerpos que en el espacio desarrollan los trabajos de la mecánica sideral «se mueven *como si se atrajeran* en razón directa de la masa é inversa del cuadrado de las distancias».

Claro está, Señores, que ninguno de nosotros atreveríase á afirmar que nuestro respetable antecesor aquí, decía que: «la industria de la ciencia auxiliada, *lograba* formar séres de la nada», porqué entendería que tal aseveración, con ser una impostura que menguaría la reputación menoscabando el buen criterio de su autor, perjudicaría ostensiblemente á la ciencia que no puede admitir principios falsos ni fantásticos y de propalarse podría resultar perniciosa para los progresos que la ciencia está llamada á presidir y encauzar.

Además, si tal aseveración lograse ser admitida aquí, sobre desprestigiar á su autor, desprestigiaría á todos nosotros, señores académicos.

Imaginad ahora si el caso se agrava monstruosamente admitiendo que Newton dijo: «que los cuerpos que en el espacio desarrollan los trabajos de la mecánica celeste, se mueven *atrayéndose* en razón directa de la masa é inversa del cuadrado de las distancias.»

El sábio profesor de la universidad de Cambridge revolviose, indignado, contra los que pretendían, ilusos ó mal aconsejados, que el ilustre descubridor de la ley que preside el movimiento de las infinitas masas que ordenadamente surcan los espacios inconmensurables, decía que éstas producen sus trabajos siderales: *atrayéndose* en razón directa de la masa é inversa del cuadrado de las distancias y no explicaba que el fenómeno tiene lugar *como si se atrajeran...*, etcétera, careciendo de aquella gloriosa perspicacia y viva penetración de su clarísimo talento.

Cuantas veces el respetable miembro de esta Real Academia, á quien aludí antes, habrá dicho, al tratarse del aserto del nunca bastante venerado autor de *Principia mathematica:* en este *como si se atrajeran,* en él hallareis el quid del pensamiento de Newton.

Como hago constar en mis «Leyes cósmicas», Newton en su tercera carta á Bentheley dice textualmente:

«Por esto os ruego que no me atribuyais la gravedad innata; creer que la »gravedad sea innata, esencial á la materia, de manera que un cuerpo pudiese »obrar sobre otro á distancia á través de un vacío, sin mediación de otra sustan»cia por la cual su acción pueda transmitirse de uno á otro, es para mí un ab»surdo tan grande que no creo que jamás hombre alguno, poseyendo en materia »filosófica facultad competente de pensar, pueda caer en el jamás.»

Hago observar también, en mi aludido trabajo, que Newton hizo constar muy enérgicamente en su *Principia mathematica,* definición VIII, «que la razón »de los principios de la gravedad no había podido deducirla todavía y que él no »fabricaba hipótesis». Añadiendo en la mencionada carta á Bentheley: «La gra»vedad debe ser causada por un agente obrando constantemente según ciertas »leyes; pero este agente, es material ó inmaterial? Dejo tal asunto á la reflexión »de mis lectores;» que es como decir: averígualo quien pueda averiguarlo.

Como veis, Newton, esta autoridad que desprestigiarla implica un delito de lesa ciencia, se adelanta á juzgar más que de extraviados, de ineptos y desposeídos *de facultad competente de pensar en materia filosófica,* á aquellos que sin meditar la trascendencia de sus palabras, atrévense á decir, con ligereza imperdonable, que la ley que sentó Newton afirma: que las esferas celestes se atraen en razón directa de la masa é inversa del cuadrado de las distancias. Ley en tal caso idiota, sin fundamento ni consistencia alguna, fomentadora de errores, creadora de ilusos antes perjudiciales á la cultura científica, á los progresos de la industria y al desarrollo de la riqueza y del bienestar humanos, que propagadores de las verdades de la Naturaleza, únicas aceptables para el hombre honradamente ilustrado; porque si en vez de propagar una ley que de hecho justificado

no existe y admitirla como artículo de fé científica, que cierra la puerta á todo raciocinio investigador se hubiese enunciado siempre tal cual la formuló Newton con su peculiar sabiduría, vigorosa penetración y singular perspicacia; tal como la aclaró en los casos que llevamos señalados, otros pensadores hubieran fijado su atención mucho antes de ahora en las causas que podían producir las consecuencias tangibles y reales en el movimiento de los planetas, en el desarrollo de la vida y de la acción de los séres organizados, en la ley que preside aquellas consecuencias, y habrían penetrado mucho antes en el arcano de nuevas verdades de la Naturaleza encaminadas al desarrollo de las conquistas industriales de mayor trascendencia para la verdadera prosperidad y felicidad humanas.

De haber seguido tales rumbos la propagación de la verdadera ley Newtoniana no resultara tan difícil la labor mía al explicar hechos, solo hechos positivos y tangibles, por ningún concepto hipotéticos, que tan difíciles de comprender se hacen á muchos versados en estudios físico-matemáticos.

Y ved si ha resultado criminoso, científicamente considerado, el modo como se propaga por muchos ignorantes la verdadera definición de la ley Newtoniana á que nos venimos refiriendo, que es frase admitida y creencia ciega, axioma casi, entre gente que de ciencia dicen ocuparse, la de que los cuerpos, no ya los planetarios tan solo, sino todos en general, se atraen en razón directa de la masa é inversa del cuadrado de las distancias; vulgaridad insensata que todos vosotros convendreis conmigo en que falseando las leyes de la Naturaleza ha de haber causado á las investigaciones científicas y á los impulsos de la humanidad en ellas apoyados, daños de trascendencia suma para el desarrollo de la riqueza social en todos sus alcances.

Mas, para ir llegando á hacerme comprender de todo el mundo en las observaciones que he creído deber formular y hacer constar aquí por escrito refiriéndome á la luminosa Nota que nos comunicó nuestro ilustrado compañero, querido y respetable amigo mío, señor Puig y Valls, necesito de alguna manera ampliar mis conceptos demostrativos y aclarar las naturales consecuencias de que en el mundo físico no existen las pretendidas atracciones, que todo son acciones impulsivas, porque bien examinadas las cosas, (y lo indica ya Newton en lo poco que antes dejo apuntado y demostré yo en mi trabajo sobre «Las leyes cósmicas»), en el mundo material hay comprobable tan solo que no existe más que trabajo en ejecución por calor en evolución; y vereis, Señores, como por este camino se llega á una explicación satisfactoriamente admisible de lo que ocurre en la formación de las dunas.

Todos sabeis perfectamente, porque no podeis ignorarlo, que no existe combustión que no vaya seguida de emisión de agua y ácido carbónico y que estos productos son el signo y dan la medida del trabajo ejecutado por una combustión realizada.

Hechos que Hirn, entre otros, ha comprobado con escrupulosidad matemática, no solo en los trabajos corporales sino en los intelectuales del hombre, los

de mayor energía evolucionada por nosotros, dadas las cantidades de carbono é hidrógeno que consumen, manifestadas por el ácido carbónico y úrea que emiten por labor producida en cada unidad de tiempo.

No ignorais tampoco, que experimentalmente está demostrado, que cada caloría producida por una combustión cualquiera, desarrolla un trabajo mecánico indiscutiblemente igual á 424 kilográmetros de fuerza exclusivamente impulsiva, por lo que donde hay calor en evolución, por insignificante que sea, hay energías en sentido de él hácia el exterior, proporcionales al número de calorias impulsivas evolucionadas por el calor desarrollado.

Teneis además conocimiento perfecto de las leyes más complicadas en todos los órdenes de la mecánica y sería ofender la dignidad hasta de los respetables Señores Académicos que no vienen obligados á conocer las reglas matemáticas, suponer que desconocen las fundamentales mecánicas que demuestran con pruebas irrecusables que la acción de las fuerzas, aisladas ó compuestas, esto es, combinadas con otras fuerzas, ó sea todo sistema de ellas, marcha en sentido exclusivo de la dirección de la fuerza ó fuerzas predominantes, cuya cantidad de acción ó resultante, viene descartada de las componentes que en un grupo de fuerzas obran en otro sentido distinto de aquel en que se mueve, puede moverse ó se halla impulsado un cuerpo cualquiera; es decir, de los problemas elementalísimos de la composición y descomposición de las fuerzas.

Y convendreis indudablemente conmigo en que estos principios únicos en los cuales voy á fundar no hipótesis, no teorías que muchas veces dejan de ser tales porque no son verdades demostrables, resultan para mi caso poco menos que axiomas, verdades cuya certeza y venerabilidad entiendo que les abren paso franco hasta el seno de la corporación más respetable por meticulosa que tenga derecho de ser, cuyos principios de indiscutible abolengo nos ofrecen trillado camino de ir hasta las causas de formación de las dunas en general y en particular de las que nuestro ilustrado y competente compañero describe, levantadas en el bajo Ampurdan, entre las desembocadures del Ter y del Fluviá, y del fenómeno bien apreciable de los transportes de arenas desde Ampurias al collado de las *sorres,* que al efecto fuí á visitar para ocuparme de un fenómeno físico que merece cuidadosa atención y que entendí que no debía ocuparme de él sin haber visto y tocado las cosas tal cual en la localidad se ofrecen.

Es evidentísimo, y voy á usar de las mismas palabras de mi querido compañero, el Sr. Puig y Valls, que: «los levantes arrojan la arena á la playa, la »acumulan y amontonan; la tramontana, en cambio, la devuelve al mar si la »curva de la costa es muy entrante, y la lanza al continente y tierra adentro si »la playa se inclina al Este y llegan las tierras á presentarse casi normales »al Norte, como sucede ya en las cercanías de La Escala. Por presentarse así la »orografía local en este punto, la duna litoral se convierte en duna interior y »las arenas del mar se alejan cada vez más de su origen, convirtiéndose la »playa en desierto, las tierras que el trabajo y el cultivo fertilizaron, en esteril

»arenal, que parece región maldita asolada por la arena voladora. En días de »fuerte tramontana, los remolinos levantan la arena la elevan en la atmósfera, »y formando nube, corre con la capa de aire que la envuelve, hasta que, dismi- »nuyendo la fuerza del viento, la arena cae por su propio peso, como cae el »sedimento en las aguas tranquilas de los mares y los lagos que forman los »estratos submarinos y lacustres.»

»La arena, si halla en el suelo obstáculo que la detenga, ya no corre, se »amontona, forma masa primero, montículo después, duna al fin, hasta que un »temporal más fuerte que los demás destruye la obra lentamente acumulada, y »la arena vuelve á formar nube, á caer por la acción de la gravedad, empujada »siempre por los vientos, camino del Sur, como si sintiera la nostalgia de los »desiertos africanos.»

»Y aquella arena finísima, que reducida á polvo resulta sedimento seco, y »esquilmador, al formar masa, y á escasos centímetros de su superficie, acumula »abundante humedad, que explica la lozanía de los pinos que viven hoy solita- »tarios en las arenas movedizas de la duna interior de Torroella.»

Oblígame á desarrollar este trabajo con que voy, quizás, molestando vuestra valiosa atención, el que al hacer en globo, las observaciones que vais á oir cuando el Sr. Puig y Valls terminó la lectura de su luminosa Nota, me contestara su ilustrado autor que no entendía el orígen ni el alcance de mis observaciones y que no le era dable seguirme en ellas.

Por esto he de rogar á mi buen amigo y querido compañero, á quien, personalmente, ni por la imaginación puede pasarme molestar, siquiera remotamente, que cuanto mis humildes conocimientos oblíganme por amor á la ciencia á decir aquí, no es por empeño de rectificar al Sr. Puig y Valls, es, pura y exclusivamente, para combatir corrientes erróneas admitidas por muchos como buenas y sanas axplicaciones científicas que no son, han sido, ni serán jamás tales verdades y que todos, el Sr. Puig y Valls tan ostensible y respetablemente amante de la verdad científica y de sus aplicaciones á la humana prosperidad, estamos interesados en rectificar.

Hechas estas salvedades, que entiendo deber tanto á esta respetable Academia como al no menos respetable autor de la Nota de que me voy ocupando, permitidme que entre de lleno en materia procurando desbrozar este árido discurso de todo aquello que por mí escrito, publicado y puntualizado de antemano, pueda ser perfectamente alcanzado por la profunda perspicacia vuestra.

Empiezan por entender los que á mi no logran comprenderme, que los cuerpos, segun Newton, que no ha dicho jamás semejante cosa, todos ellos, no los planetarios tan solo, que por tan poca cosa no valia la pena de ser creyentes, se atraen en razon directa de la masa é inversa del cuadrado de las distancias, por más que carezcan los cuerpos inertes y sin movimento espontáneo, de potencial definido de energías: de que el aparato de Cavendish no pruebe nada, ni prueben más los hechos que constantemente nos envuelven y alcanzan.

Créen que la arena cae de arriba á abajo (permitidme el pleonasmo), por la acción de la gravedad y créen que ésta accion de la gravedad es una fuerza atractiva de energías constantes, obrando desde el centro de la Tierra sobre todos los cuerpos, en razón directa de la masa é inversa del cuadrado de las distancias, sabiendo que la densidad de la sílice y por lo tanto su masa por unidad de volúmen es 2'65 veces mayor que la del agua y 2127 veces más pesada que el aire; y ello no obstante, comprenden, según dicen y admiten á piés juntillas sin que ofrezca la menor duda á su facultad de pensar, que la arena silícea yaciendo en el fondo de los mares pueda elevarse desde él y subir á la superficie de las playas, ascender por el aire en remolinos hasta grandes alturas que la dejan á la de 18'50 metros y Cuvier señala 60 pies, sin que una fuerza que se oponga y venza á la de la pretendida atracción terrestre, actúe en aquellas arenas en sentido de abajo á arriba.

¿Cómo armonizan esto que les es tan fácil de comprender, con lo que al estudiar mecánica hubieron de seguir y comprender en el curso de los razonamientos consiguientes á los problemas prácticos y demostrables con aparatos que evidencían sus leyes, el sentido único en que puede marchar un cuerpo impulsado por un sistema de fuerzas, sea este cuerpo grande ó pequeño, hállese donde se halle colocado, vaya ó venga de donde quiera que sea á donde quiera que pueda ser?

Ven que si se vierte agua en una probeta, matráz ó vasija conteniendo arena, en la duna misma ó en la playa arenosa, el agua, por lo que ellos entienden debido á la fuerza de la gravedad ó atractiva del Globo, pasa á la parte inferior de las arenas á sustituir los huecos que ocupaba el aire, más de 770 veces mas ligero que el agua y admiten, descuidando las leyes de composicion y descomposicion de las fuerzas con sus respectivas y fatales resultantes, lo de la accion directa de la masa é inversa del cuadrado de las distancias, que el agua tome un camino ascencional despues de haber bajado al seno de la Tierra, o sea á distancia cero de ella, para seguir luego camino opuesto al de la caída que produjo una fuerza de atracción que obra constantemente en sentido del descenso; camino que no puede tomarlo el agua hasta más allá de 25 metros hácia arriba, como lo toma para subir á la copa de los pinos á fecundar sus hojas, sin que una fuerza superior á la de la pretendida gravedad ó atraccion, produzca una componente ascensional superior á todas las gravedades y á todas las atracciones posibles é imaginables. Y esto, que ni en mecánica ni en matemáticas cabe, esto lo comprenden muchos sin titubear.

En solas treinta líneas del texto que nos ocupa sobresalen las contradicciones apuntadas y algunas más que de él podríamos entresacar.

¿A qué es debido esto que en él como en otros textos se manifiesta á porfía?

Al aferramiento á rancias fraseologías; á la costumbre, muchas veces, de aceptar como bueno, sin profundizarlo, aquello que admiten como moneda corriente las muchedumbres dejando de analizar como es debido las verdades

que las muchedumbres desconocen ó las falsedades que admiten: al considerar que los cuerpos se atraen en razón directa de las masas é inversa del cuadrado de las distancias, sin poner de manifiesto el manantial de energías requeridas para el caso y la resultante de sus acciones; por cuyo camino se puede ir hasta á afirmar, «que la industria de la ciencia auxiliada consigue formar séres de la nada.»

Y, ¿como, sinó, tendriamos de cumplir un deber que consideramos sagrado de rectificar conceptos vertidos en la importante Nota del eminente compañero que nos honró leyéndola en este respetable sitio?

»Los levantes arrojan la arena á la playa, la acumulan y amontonan»...

Para arrojar á la playa la arena del fondo de los mares, acumularla y amontonarla, es necesariamente indispensable que una fuerza vertical ó resultante de otras fuerzas que ofrezcan vigorosos componentes verticales hácia arriba, actúe sobre cada grano de arena y en suma sobre toda la masa de la que levanta en alto algunos metros, siendo su densidad más de dos veces y media mayor que la del agua.

Y permitidme que use cuantos pleonasmos y repeticiones necesite para que no tenga, tristemente para mí, de sufrir el reproche de que no me comprenden.

En la aludida Nota se lee en su página 9:

«Póngase en el fondo de la vasija un poco de agua, llénese su capacidad de »arena fina, y se hará la observacion directa del fenómeno negativo de toda »capilaridad eficaz en la capa superficial arenosa, pues no se observa jamás »humedad alguna en ella».... y no terminamos el párrafo porqué hemos dicho, y nos honramos con realizarlo, que no venimos aqui á molestar al compañero que tanto éstimamos, sino á dilucidar un punto trascendentalísimo de ciencia en interés exclusivo de ella y de sus conquistas de aplicación.

A lo dicho no añade el Sr. Puig y Valls: Déjese la vasija con la arena y el agua en sitio conveniente hasta en la sombra siempre y como sucede en casos análogos y demostrables con hechos los más vulgares de la vida, aquella agua, sea cualquiera su cantidad, acabará por desaparecer completamente de la vasija saliendo por arriba de la arena en movimiento ascensional, dejándola bien seca en el tiempo que las circunstancias del caso requieran, para hacer positivo el hecho del conocido fenómeno físico de la evaporacion bien apreciable en las salinas, por ejemplo, que consiste en elevar el agua hasta la atmósfera produciendo una cantidad de trabajo medible en kilográmetros; fuerza positiva en mecánica, que puede puntualizarse si se buscan médios, no imposibles de conseguir, para condensar el agua de referencia en una labor determinada, además de la que ejecuta al transitar entre la arena donde la fuerza de atracción debía tenerla aprisionada.

Sin una componente vertical de fuerza actuando hácia arriba contra la de la pretendida atracción terrestre sobre el agua, aun existiendo atracciones, el fenómeno de la evaporación física y mecánicamente, no podría tener lugar.

La capilaridad, que poco entendemos que tenga que ver con el trabajo de la vegetación, de que nos ocuparemos luego, si existiese, observa muy bien el señor Puig que en la vasija daría señales de presencia y en tal caso yo añado: que esta componente de fuerza, resultando de mayor cuantía, fuera la vencedora de la atracción al producir resultantes de abajo á arriba realizando el fenómeno de elevación de agua que no lograría atraer la gravedad hácia el centro de la Tierra.

En los últimos razonamientos señalados, acusa con su própio texto nuestro inteligente compañero, la confusión que en su mente producen los hechos que analiza, cuando resultan tan contradictorias las explicaciones que de unos mismos hechos dá en su Nota, al referirse á los movimientos del agua bajo la arena de la vasija, encontrando allí, según sus argumentos, movimiento cero y los de aquella misma agua desde el fondo de las arenas de la duna ascendiendo hasta la copa de los pínos que la coronan.

El fenómeno de la capilaridad creemos tenerlo explicado satisfactoriamente, apoyado en observaciones própias, en otras disquisiciones de la índole de la presente, al fijar según nuestro leal saber y entender, la ley de los trabajos potenciales ejecutados por una fuerza ó sistema de fuerzas encaminado á dichos trabajos.

«En días de fuerte tramontana los remolinos levantan la arena, la elevan en »la atmósfera y formando nube corre con la capa de aire que la envuelve, hasta »que, disminuyendo la fuerza del viento, la arena cae por su propio peso»...

Nadie, seguramente, que posea facultad competente de pensar en materia filosófica, admitirá que, fuerza que de tal modo y hácia arriba actúa pueda ser la pretendida atracción, que según cuentan, absorve todas las cosas hácia el centro de la Tierra en razón directa de la masa é inversa del cuadrado de las distancias:

Primero, porque los hechos que se señalan, irrecusables, física y mecánicamente verdaderos, demuestran que la elevación de las arenas por los aires implica la acción de una poderosísima fuerza vertical, predominante hácia arriba, que puede elevar la arena sobre el aire atmosférico: y

Segundo, porqué siendo la densidad de la arena 2127 veces mayor que la del aire, la atracción terrestre, si existiera, distaría mucho de dejar ofrecer efectos evidentísimos que en el caso de referencia están muy lejos de ofrecerse ni en razón directa de la masa, ni en la del cuadrado de las distancias en su círculo de acción.

Ya veis pues que admitir lo que muchos admiten no es físico, ni mecánico, ni por consiguiente matemático.

No, ni un sólo grano de esta finísima arena que quise tocar con mis própias manos, cuya mayor dimensión suele ser de algunos centésimos de milímetros, que se halló á distancia cero de la tierra habría podido pasar por las regiones señaladas, ni recibir los movimientos correspondientes á ello ni ejecutar los trabajos consiguientes, si la fuerza de atracción existiera; porque todos los impulsos

de ella lo hubieran evitado; y si hubiesen podido evitarlo hay que confesar que no poseeríamos ni los más rudimentarios conocimientos de composición y descomposición de las fuerzas; porque si existe esta fuerza de atracción, una cosa superior á ella que no sabríamos llamar fuerza, actúa en el mundo desvirtuándola y poniendo en ridículo á sus patrocinadores.

La fuerza de atracción no existe, porque otra fuerza de efectos tangibles, comprobados por los hechos mismos, en la Nota referidos, la viene á despojar de los atributos que más esencialmente se le asignan. No puede existir porque no son posibles dos causas contradictorias que mantengan de la manera portentosa como se mantienen las seductoras maravillas del Universo y de los espacios que nos rodean; porque si fueran sus fenomenos palpables productos de dos causas y por lo tanto de dos acciones antagónicas no podrían existir las vitales y ordenadas evoluciones armónicas que empujan maravillosamente por el espacio todos los cuerpos y todos los séres, moviéndose los planetarios *como si se* atrajeran en razón directa de la masa é inversa del cuadrado de las distancias.

Un solo segundo de tiempo que una fuerza contrarrestara desordenadamente á la otra, pudiendo elevar cuerpos que su competidora atrajera en sentido opuesto, bastaría para detener la marcha de rotación de la Tierra y la de traslación que conocemos y esto derrumbaría y pulverizaría cuanto se ha logrado levantar sobre el haz de nuestro planeta.

Y para seguir con el comento de la luminosa Nota que diome pié para continuar explicando con hechos positivos, poniendo al alcance de todo el mundo como resulta que se producen los fenómenos de la gravitación universal tal como los descubrió Newton segun lo justificable en el siglo XVII y lo presintió segun lo justificado en el XIX, he de permitirme observar que el Sr. Puig no señala qué energías son aquellas que contrarrestan las acciones de la gravedad empujando hasta la cima de los pinos el agua que beben aquellos frondosos árboles en la duna interior de Torroella para vejetar.

Ni un solo individuo de la falange de defensores de la fuerza de atracción que quiera que ejerza un imán maravilloso ó una bomba aspirante en actividad sin lo cual hablarían de cero á la izquierda, nos ha llegado á demostrar físicamente que índole de energías en función hace subir desde las regiones de las aguas subterráneas aferradas al seno de la Tierra hasta las puntas diminutas de las hojas en la cúspide de los árboles, el agua aquella que, componente de la savia, llega á fecundizarlas merced á la manifestación diferencial de una energía que produce efectos ascensionales y logra vencer las energías de una atracción que debe integrar todas las fuerzas naturales y posibles en la Tierra y aún mas allá, según corresponde á las llamadas esferas de atracción de los astros con fuerza aspirativa, cuyo alcance atraviesa los espacios interplanetarios, donde impera por muchos el vacío, á través del cual bien claro dice Newton que ninguna fuerza entiende que pueda hacerse transmisible, mientras á la atración, en razón directa de la masa é inversa del cuadrado de las distancias, no le es dable

evitar que el agua de su seno se encarame hasta la cima de modestos pinos; problema de mecánica, de composición y de descomposición de fuerzas, de que no podía darme cuenta ya antes de explicar como se efectuan tales cosas en mis «Leyes cósmicas, segun el principio dinámico del calor.»

Aquí podría hacer punto, quedando esplicadas todas las cosas físicamente para los que se hayan dado la pena de leer mis anteriores trabajos sobre una cuestión fundamental de la ciencia; á fin de que esta exposición de asertos, su discusión y contestación ordenada, según hechos físicos y mecánicos comprobables no aprarezca incompleta, sobre todo para aquellos á quienes no llegó la noticia de lo que vengo demostraudo aquí y fuera de aquí hace mas de doce años, no tengo más remédio que molestar vuestra penetrante atención hasta que logre dar cima á la obra emprendida ahora, de modo que por sí sola aclare todas las dudas que puede inspirar y quede todo comprendido por quienes quieran y puedan comprenderlo.

Negamos la existancia de la atracción terrestre y aun planetaria, al observar, entre muchos otros, los fenómenos siguientes positivos, de la Naturaleza, que nos revelan hechos físicos y matemáticos comprobados, los cuales se ponen en contradicción con los pretendidos de las atracciones jamás probadas, con las energías kilogramétricas indispensables para producir todo movimiento y todo trabajo efectivo, jamás designadas, y con los resultados armónicos perennes y sin contradicción nunca maniefestados.

Son los principales hechos á que nos referimos:

1.° Que mecánicamente si existiere la atracción, no podría existir el movimiento de rotaciou de los planetas. el de la Tierra el mejor comprobado, porque este movimiento de rotacion ofrece, como consecuencia, una cantidad de fuerza centrífuga matemáticamente medible por la masa en movimiento y su velocidad en la superficie de esta masa por unidad de tiempo, cuyas acciones ó resultantes van desde el centro á la periferia y por lo tanto del interior al exterior del planeta rotatorio y ¿cómo fuera posible que una fuerza de atracción actuara desde su centro hácia el exterior ó sea desde su superficie hácia el eje de rotación, fuerza centrípeta, ya que la resultante positiva en sentido contrario prevalece sobre cuantas fuerzas positivas ó imaginarias puedan ejercer su accion en el seno de nuestro planeta, cuyo movimiento al rededor de su eje desarrolla fuerza centrífuga; esto es, fuerza que se fuga, huye del centro?

2.° Porque si la fuerza que desarrolla el Sol fuera fundamental de atracción, aspirante y no impelente, ni una sola de las formidables energías que implican las evoluciones del calor que de él emanan, obrando impulsivamente, equivalentes á 424 kilográmetros por caloría capaz de elevar en un grado centígrado un solo litro de agua, podría surcar el espácio y producir los millones de millones de caballos de vapor que implica su acción sobre nuestro sistema planetario, contraria á todo linaje y clasificacion de atracciones, porque si éstas existieran como sistema de fuerzas positivo, sus resultantes quedan anuladas por

la resultante de todo predominio, entrañada en la fuerza impulsiva que nos envía el Sol y que se pone en evidencia comprobable con la sola sensacion producida en nuestros sentidos.

3.° Porque si las mareas que todos los días podemos comprobar como se manifiestan en nuestro planeta, fuesen debidas á una fuerza de atracción de la Luna sobre el agua terrestre, obrando en razon directa de la masa é inversa del cuadrado de las distancias, ninguna influencia podría tener sobre la de nuestros mares el esfuerzo del satélite, situado á la distancia de sesenta radios terrestres cuando dichas aguas lo están á cero de la Tierra y la masa correspondiente al volumen de la Luna es cincuenta veces menor que la del planeta que habitamos.

Hay que añadir á estas circunstancias, que no nos obligan matemáticamente á recurrir más que á la aritmética y geometría elementales para dejarlas firme é indubitablemente demostradas, que las mareas se producen simultáneamente no sólo en dirección de la Luna sobre una línea recta, de centro á centro del planeta al satélite, sinó que se ofrecen con igual intensidad aquí en sentido opuesto á la Luna; por lo tanto, si en dirección á ésta puede suponerse que la manifestación de las mareas procede de una fuerza atractiva del satélite que en tal caso aventajaría á la del planeta, no encontrándose ni en razón directa de la masa ni inversa del cuadrado de las distancias ni la marea yendo en dirección siquiera de la Luna, no hay mecánico capáz de demostrar satisfactoriamente como pueden producirse las mareas, que en realidad se producen sobre la Tierra en el lado opuesto á la Luna, por una fuerza de género cualquiera, emanada del satélite, dando el cálculo efecto infinito para la Tierra sobre el agua que se encuentra á distancia cero de ella y á distancia positiva de la Luna, obrando además dicha fuerza sobre la Tierra en la parte opuesta á la acción que acusa la marea.

La explicación físico-mecánica de un hecho tan significativo, tuvimos el honor de darla hace once años en este mismo lugar.

4.° Que admitiendo que el afán de mostrar leyes de atracción que no existen, hubiera ofrecido un médio evidente de comprobar el peso específico del Sol, en vez de deducirlo de una falsa teoría, cuyo peso han de elevar á cifras exhorbitantes sobre el de la masa terrestre, dada la intensidad de las atracciones que deberían gobernar los movimientos de nuestro sistema planetario, cae por su própio peso todo cálculo, que en vez de fundarlo en causas se funda en resultados y partiendo de datos hipotéticos, tomando por masas consecuencias de acciones, fija como tal el volúmen del Sol medido por su perifieria visible, en cuyo volumen entra una masa de llamas que alcanza muchos centeneres de miles de kilómetros; llamas que no son de longitud uniforme en toda la esfera solar, cuyas manchas acusan las decadentes energías del astro; habiendo alcanzado las referidas llamas la longitud de 560.000 kilómetros en la observación que de ellas hizo Yung el 7 de Octubre de 1880.

¿Dónde está pues la comprobación del cálculo comparativo entre masas formadas por atmósferas de hidrógeno y carbono en combustión á fabulosas tempe-

raturas, por lo tanto á fabulosas dilataciones y pesos específicos infinitesimales, puestas en parangón con masas de la esfera terrestre, miles de veces más densas que unos gases cuya tenuidad tan solo determinados experimentos nos dejan presentir?

Lo que resulta innegable es que el Sol se ofrece de una manera manifiesta en poderosísima combustión, cuyos efectos kilogramétricos impulsivos son idénticos á los ofrecidos por las innumerables máquinas caloricas que transmiten poderosas energías desde sus hogares á los trabajos industriales destinados á satisfacer prodigiosamente necesidades humanas.

Estas solas circunstancias deberían haber abierto los ojos á los físicos modernos que conocen perfectamente las energías impulsivas de toda combustión, hasta las que tienen lugar á bajas temperaturas y que se ven obligados á tomar cada día en sus cálculos como masas de gran densidad, las de peso infinitesimal de unas llamas cuya amplitud logra alcanzar más de 44 diámetros terrestres; cerca de las tres cuartas partes de la distancia que nos separa de la Luna.

5.º Que la estructura, los movimientos y las resultantes en el trabajo que desarrollan los volátiles y las aves, merced á la combustión de los alimentos en su estómago, demuestran que la acción que ejercen los kilográmetros de fuerza que de su calor vital emana al sostenerse en el aire, actúa de arriba á abajo cuando busca el volador punto de apoyo para los esfuerzos propios y que si existiera una fuerza de atracción que en tal sentido los absorviera hácia el centro de la Tierra, la resultante que les impediría levantar el vuelo ó las derrumbaría de las nubes si se colocaran en ellas, la resultante, decimos, en caso de existir la atracción, actuaría contra las aves, de arriba á abajo, con una intensidad igual á la suma de la componente atracción, más, la componente fuerza calórica vital del ave ó volátil encumbrado.

La demostración de la ley que preside á todos estos fenómenos físico-mecánico-matemáticos, de la cual resulta que *el trabajo de la gravitación universal está en razón directa de la masa incandescente de los cuerpos planetarios é inversa del cuadrado de la distancia entre sus focos de acción,* señalando las causas de ello, que hasta entonces resultan inexplicadas, la desarrollé en mis «Leyes cósmicas según el principio dinámico del calor», al inaugurarse este salón en que nos encontramos y deseo que vosotros lo inundeis de gloria con las obras de vuestro claro talento, y puntualicé que el calor es, dentro de los conocimientos científicos que hoy poseemos, el manantial de todas las energías de donde emanan los trabajos positivos que en el Universo físico se desarrollan.

Y como resulta calor tanto de las combustiones lentas á bajas temperaturas, como de las del Sol, las más poderosas y activas que se ofrecen á nuestros sentidos y á nuestra inteligencia, punto de apoyo de todas las facultades humanas, así como de todas nuestras acciones, y además no conocemos combustión sin sus consiguientes emisiones de agua y ácido carbónico, de aquí el que cuanta agua contiene la costra terrestre, no pueda emanar, físicamente, sino de las combus-

tiones que en ella han tenido lugar; cuya agua resulta condensación y medida evidente de trabajos ejecutados por las combinaciones de hidrógeno con oxígeno del aire y de otras procedencias que la producen ó han producido.

Que la Tierra se ha encontrado superficialmente en estado de incandescencia lo prueba este libro abierto á los ojos de todo pensador por la Geología.

Si aquéllos que aceptan á ojos vendados todos los absurdos de las pretendidas atracciones, son quisquillosos al discutir los orígenes de las energías de la Tierra que hacen vomitar por los volcanes las rocas más refractarias en estado de fusión, deben explicarnos de donde emana el potencial de actividad que nos lleva por los espacios siderales como volátiles de mayor volúmen y elemental extructura, sinó es del calor terrestre que aumenta, experimentalmente, de un grado por cada 33 metros que profnndizamos en su seno y dá esta progresión la temperatura del hierro líquido á los 54 kilómetros y á los 80 kilómetros, 2700 grados centígrados, temperatura á que se funden todos los cuerpos ofrecidos á nuestro alcance.

Y han de explicarnos también como es posible que una masa incandescente de quince millones de miriámetros cúbicos que viene á contener la Tierra, permita el paso de la menor fuerza centrípeta ó de atracción, que no permitiría el casi insignificante manantial de energías del más modesto hogar de una máquina calórica.

Estos quince millones de miriámetros cúbicos de lava que late bajo nuestros piés y los impulsa, como late en el seno de las calderas de los buques de vapor que surcan los mares, es lo único que nos permite señalar el potencial de las energías que llevan por el espácio nuestro planeta en enfriamiento progresivo; que mantienen en él la vida de cuanto aquí existe y mantuvieron, más poderosos que hoy, la de cuanto existió; que han producido el agua que en la Tierra se encuentra, además de la que lanzaron al espácio á formar su parte de atmósfera sideral, donde encuentran su punto de apoyo y se desarrollan por voluntad Divina todos los trabajos de la Gravitación universal.

Siendo la vida de la Tierra sencillamente una evolución de calor, por lo tanto una combustión en plena actividad, sabemos experimentalmente, que las combustiones dan como resíduo ácido carbónico y agua en estado gaseoso, la cual se condensa como consecuencia de los trabajos kilogramétricos que ejecuta.

Es tangible pues, y las épocas geológicas lo evidencian, que la Tierra hubo de hallarse á las temperaturas considerables y aun á mayores, de las que acusan las lavas que guarda en su seno todavía á pesar de las marcadas catástrofes consiguientes á la precesion de los equinoccios y de la comprobable caída del eje de los polos y por lo tanto que la combustión y el trabajo mecánico de esta procedente, ofrecían el agua en estado gaseoso, que había de lanzar al espacio, como indudablemente la lanza el Sol en su combustión á grandes llamaradas, que la física y la química no pueden atribuir más que al hidrógeno, mientras las acciones exteriores de la Gravitación universal fueron impotentes para devolver, con-

densada á la Tierra, el agua que ésta en sus trabajos de la mecánica celeste con las energías de su propio calor, lograba arrojar fuera de su seno; y entonces la Tierra, como hoy el Sol, no podía retener agua alguna en estado líquido porque la temperatura del astro debía vaporizarla y repulsarla contínuamente.

Pero desde que con motivo del enfriamiento de la superficie planetaria la temperatura empezó á ser inferior á cien grados centígrados, es solo cuando alguna parte del agua producida por la combustión en el astro, pudo empezar á correr por su superficie y á infiltrarse en su seno, quizás, cuyas circunstancias entendemos que presiden todos los fenómenos sucesivos que pone de relieve la paleontología, ya que es difícil encontrar séres organizados de movimiento expontáneo, sin materia acuosa, cuyos grados de temperatura y relación de trabajos en la Gravitación universal, marcan, sin duda, la sucesión ordenada de las llamadas épocas geológicas; evolución armónica y de transición sin saltos bruscos ni aberraciones, como son todas las obras del Divino Hacedor que se manifiestan como sublimes y arrobadores preludios de eterna bienaventuranza.

Hoy que la costra terrestre se estima que tiene sobre cuarenta kilómetros de espesor y que á 20 ó 24 metros de profundidad su temperatura en las respectivas regiones es igual á la temperatura media anual del aire en su superficie, así el fenómeno de las lavas que arrojan los volcanes, como el de la temperatura progresiva, que cuando puedan puntualizarse mejor todas las cosas se explicará probablemente, que crece en proporción geométrica, demuestran de manera fehaciente que la Tierra se halla en plena combustión y por lo tanto en plena producción de agua dirigida al espacio, la cual graduan y condensan los trabajos de la Gravitación universal, (que empuja todas las cosas hacia la costra terrestre con una presión equivalente á un kilógramo de carga por centímetro cuadrado de superficie de acción), cuyos vapores acuosos pasan rápidamente entre nosotros hácia la atmósfera para ir, según los lanzan las componentes de las fuerzas que sobre ellos actúan, á ofrecerse en lluvia hácia unos ú otros puntos terrestres que la dejan en los mares directamente, donde ván sumergiéndose los continentes, con lentitud de ordinario, y bruscamente por los diluvios, ó la llevan á ellos corriendo por la superficie ó por el seno de la Tierra.

La condición orográfica de los estratos, sedimentos, acarreos y formaciones de humus en sus inmensas variedades y yacimientos, dado el tropel con que los agregaron y disgregaron las catástrofes traducidas por diluvios pasados, precursoras de un diluvio próximo, claro está que solo abren paso de arriba á abajo por las entrañas del planeta al agua condensada fuera de su própio seno y que nos permitimos calificar de agua venosa de la Tierra; pero en determinados puntos, la condición de dichos estratos ha de detener el curso de abajo á arriba de los vapores acuosos lanzados por la lava incandescente, vapores que como agua arterial circulan por la Tierra y condensados, en ciertos puntos ó á intérvalos, en la parte interior de ella por los trabajos que se ven obligados á ejecutar allí, han

de producir depósitos inagotables alimentados por la esencia misma de una combustión, foco de todas las energías terrestres.

Las aguas, pues, que vuelven á la Tierra desde la atmósfera sideral que nos rodea, ó que no logran salir hasta dicha atmósfera, son las que, agregándose materias fecundantes que encuentran al paso, alimentan de sávia las vegetaciones; y la bomba impulsiva que las infiltra en las venas de los vegetales, es la de la Esfera terrestre en movimiento rotatorio que desarrolla sus energías con fuerza interior que se fuga de su centro.

Por consiguiente, la fibra hidrogenada, que en la combustión de los vegetales produce agua al contacto con el oxígeno comburente, establece un ciclo de armonía maravillosa, revelando la unidad de fuerzas de donde emanan; y el ácido carbónico, al luchar á su vez con los esfuerzos exteriores de la Gravitación universal, constituye la masa carbonosa vegetal que evoluciona en sus trabajos siderales el ácido carbónico de origen impulsivo que logra, con el de la Tierra, infiltrar su carbono en la vegetación.

Agua y ácido carbónico que, impulsados por el calor central del planeta y en lucha con resíduos de la combustión de los demás cuerpos celestes, han de producir todas las manifestaciones atmosféricas; la transparencia nacarada de ambientes tranquilos, la brisa y el rocío, las lluvias torrenciales y los ciclones, arrancar las arenas del fondo del mar y lanzarlas en remolinos formando nube por los aires dejándolas en la cumbre de las dunas para arrebatarlas de allí, después, enviándolas tierra adentro por los continentes.

Cuando las muchedumbres ignoraban que las combustiones eran un manantial sorprendente de energías que enviaban á la atmósfera agua y ácido carbónico; cuando no sabían que el calor era representante mecánico de una fuerza impulsiva, podían pretender, ciegas, que hubiera imanes capaces de contrarrestar las energías de quince millones de miriámetros cúbicos de lava, que hoy cuantos poseen facultad competente de pensar en materia filosófica, saben que desaarrolla 424 kilográmetros de fuerza impulsiva cada caloría de este potencial inmenso, único conocido que puede llevar la Tierra por el espacio ejecutando su obra transitoria.

El agua, pues, origen directo ó indirecto de cuantas combustiones sostienen en el haz del mundo físico todos los seres vivientes, moviéndose ó no expontáneamente, no resulta un elemento invariable en el planeta que habitamos, porque es, sin duda alguna, producto del calor que la tierra entraña y evoluciona; producto sucesivo de todos los trabajos que en la Tierra tienen lugar y fabrica el calor central como lo fabrican estos mecheros de gas que nos alumbran y que podeis comprobar ahora mismo colocando tan solo por arriba de ellos un disco á propósito bien frío, cuya temperatura obligue á condensar el agua que el calor lanza en vapores por el espácio.

Si el agua que absorven las arenas malditas de que nos habla el Sr. Puig y Valls en la respetable Nota á que me voy refiriendo, fuese precisamente la que,

salobre, ha de infiltrarse por la duna, podría resultar mil veces más maldita que aquellas arenas, para la vejetación terrestre; y si la capilaridad contribuye á infiltrarla en las plantas solo entendemos que obraría como punto de apoyo de las energias terrestres, que hácia las plantas la impulsan.

Que existen aguas, que después de producidas por los trabajos de las evoluciones del calor que en la Tierra tienen lugar y condensadas aquí y allá transitan luego por el seno del planeta, donde el hombre puede alumbrarlas para atender con ellas de varios modos á la satisfacción de sus necesidades, es tan cierto como todo lo que entiendo haber podido deciros; pero que las hay, producto exclusivo de la combustión central del planeta, que por las diversas circunstancias han de formar solución de continuidad constante ó transitoria en su marcha hácia el exterior, es natural que así sea, dadas las estratificaciones de cada terreno, como llevamos dicho y á ellas pueden pertenecer las situadas bajo la duna de Torroella; pero convendría comprobar para afirmar la verdad ó no verdad de ello, si el depósito se limita á la base de la duna ó si se extiende á mayor distancia de ella, y si son salobres ó no lo son dichas aguas, para formar de su procedencia mejor juicio que puede formarse de ello hoy con datos incompletos; ya que, así las de termas y otras naturales y minerales en las diversas regiones como una hácia el Norte del Vendrell y quizás también en la cuenca del Besós, por ejemplo, sin dunas, ni terrenos muy permeables ni lluvias de escepción, se ofrecen también aguas subterráneas con tal abundancia, que de larga fecha vengo sospechando que son inagotables y procedentes de condensaciones que tienen lugar directamente allí; aguas de las que hemos calificado de arteriales de la Tierra, procedentes directamente de la combustión central de ella, encaminadas hasta la región aludida por esta inmensa bomba rotativa impelente que contribuye al sostenimiento de la vida de todos los seres animados, de movimiento expontáneo y no expontáneo que tiene lugar en su superficie; yendo los sobrantes unas veces á efectuar los ciclos apuntados y otras casi directamente á acrecentar el caudal de los mares que en la parte baja del Globo, respecto al Sol que nos impulsa en el tránsito por la órbita que recorremos, resultan insondables en muchos puntos y de poca profundidad en el hemisferio boreal.

Contestada la parte esencialmente especnlativa de la Nota que merece toda mi atención, permitid que terminada debidamente mi labor, hable un momento el ingeniero que entiende haber sido recibido aquí, dignándose, expontáneamente, esta Real Academia parar mientes en lo que práctica y efectivamente ha tenido ocasión de hacer en el mundo de la Ingeniería; y como, por desgracia, conozco bien la mayor parte de las espinas que hieren despiadadas á los hombres correctos, conozco por consiguiente, las barreras, á veccs insuperables, contra las que se estrellan aquí las mejores voluntades y más ilustradas capacidades; por lo cual

lo poco que he de decir todavía, á su vez, no va dirigido á personalidad alguna, sinó á las cosas impersonales, ó sea al modo como indudablemente se habrán visto obligados á tratar la cuestión técnica de la defensa del bajo Ampurdán contra la formación de las dunas, los llamados á dirigir las obras consiguientes á tal defensa.

De este órden de labores ocúpase Cuvier en su Discurso sobre las revoluciones del Globo, haciendo resaltar la necesidad de combatir eficazmente este fatal azote que en la edad média enterró bajo las arenas que remueve, muchas poblaciones del departamento de las Laudas en Francia, mientras que en su tiempo el pueblo de Mimisan en aquel Departamento, trabajaba sin tregua hacía veinte años, para cerrar el paso á la duna de 60 pies de altura que amenazaba invadirlo, cuyo sistema de defensa no era otro que el empleado actualmente en la duna de Ampurias y consiste en levantar sobre la cresta de la duna formada, una valla de un metro poco más ó menos construída con cañizo ó mimbre (cañizo en Ampurias), apoyado en pilotes de madera hincados en la arena, que, ofreciendo poca resistencia al viento detengan las arenas á barlovento, y se siembran en las acumuladas ya á sotavento, plantas vivaces en terrenos salobres, cuyas raices estrechen entre sus filamentos las arenas que el vendabal pugna por levantar allí, para impulsarlas camino adentro de los continentes.

Por lo que respecta á las vallas con que se coronan las dunas para cerrar el paso á las arenas levantadas por el viento, debemos observar que es superior á este sistema muy perfeccionado en los países abundantes en nieves que se emplea al defender de los ventisqueros los desmontes de los ferro-carriles, más difíciles de despejar que los terraplenes y el terreno llano que se despejan con rapidez, lateralmente, mientras los desmontes han de despejarse con dificultad y lentitud por sus extremos.

Para impedir en estos la invasión de las nieves se coronan con una especie de albitanas de corta amplitud, construídas de materiales adecuados al caso, más á mano y á buen precio en la localidad correspondiente, escalonándolas en séries normales á las corrientes predominantes en los ventisqueros, formándose con ello verdaderos parapetos opuestos á la invasión de las nieves, en las trincheras; y este tipo de defensa es indudablemente más vigoroso que el empleado, poco fructuosamente hasta ahora, en las dunas.

Pero en los ferro-carriles basta con alejar de los desmontes la nieve, haciéndola saltar por encima de ellos á la parte opuesta sin daño ostensible para terreno alguno, mientras que en las dunas se levantan con frecuencia por encima de todas las vallas las arenas que el viento eleva á grandes alturas, resultando ineficaz la defensa de los terrenos á donde el viento las impulsa.

¿De dónde proceden aquellas funestas arenas? ¿Del fondo de los mares? Pues lo eficaz, lo radicalmente salvador consistirá en atajarles el paso desde su origen, no dejándolas salir de él impidiendo que lleguen á la playa y permanezcan en ella hasta secarse, para que el aire que impulsan los resíduos de la combustión inte-

rior del Globo, no pueda llevarlas á las alturas de donde caen tan perniciosamente para los cultivos que alcanzan, impulsadas en su caída, por las fuerzas de la Gravitación universal en la parte que llegan á predominar sus acciones, combinadas con las própias de nuestro planeta en rotación y emisión activa de los resíduos de sus mismas energías, con los cuales agita el agua de los mares, el aire y las nubes.

Los médios empleables para el caso son bien conocidos, sencillos, eficaces y relativamente baratos. Yo mismo los he empleado con resultados soberbios en defensa de obras ejecutadas bajo mi dirección al pié de ríos caudalosos y de considerables avenidas; son los enfaginados, por médio de los cuales se oponen inexpugnables diques á los impulsos de los mares más agitados y turbulentos, donde imperan las marcas de mayor elevación.

Con ellos ha defendido y defiende Holanda su territorio, sus cultivos, sus propiedades de toda suerte y las riquezas inmensas que atesora, situados más bajos que el nivel del mar y ha formado un continente que ni las aguas del Océano del Norte, ni por lo mismo las arenas, logran jamás invadir ni castigar.

Con enfaginados, pues, hábil y progresivamente distribuídos entre el Ter y el Fluviá y que la condición de las cosas hoy día parece aconsejar que empiecen á construirse en Ampurias, lugar actualmente el más castigado y el más amenazador por la acción inicial de dunas allí, sin grandes sacrificios para la nación, se lograría no sólo redimir aquel territorio de la plaga que tanto daño le causa, sinó que además podrían ganarse al mar espácios considerables, útiles al país por más de un concepto.

Y aquí entiendo poder dar por terminado mi cometido, habiendo dicho toda la verdad que el interés del asunto de referencia logró inspirarme; porque tan sólo nutriendo con verdades de la Naturaleza la inteligencia, este punto de apoyo de todas las actividades humanas, es como prosperan, se fortalecen y engrandecen los pueblos y las razas, siendo deber de los hombres de ciencia procurar el desarrollo de la vida de los pueblos, contribuyendo á apoyarlo en las Divinas promesas de la Creación; y como miembro de esta Real Academia, creo que uno de nuestros sagrados deberes consiste en escudriñar y difundir verdades útiles para nuestros semejantes, tan lealmente como las sintamos, porque tan sólo en lealtades honradas y severas puede apoyarse la fortaleza, la prosperidad y la dignidad de nuestra raza.

Barcelona 26 de noviembre de 1898.

ADVERTENCIA

El tomo III de las MEMORIAS lo formarán las varias que hasta ahora se han repartido con paginación independiente para cada una, cuyo índice ú órden de colocación se dará al terminar la publicación, hoy en curso, de la que lleva por título «Descripción de los depósitos pliocénicos».

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 3

DISTRIBUCIÓN DE LOS ASTROS EN EL ESPACIO

POR EL ACADÉMICO

SR. D. JOSÉ COMAS SOLÁ

Publicada en enero de 1902

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 3

DISTRIBUCIÓN DE LOS ASTROS EN EL ESPACIO

POR EL ACADÉMICO

SR. D. JOSÉ COMAS SOLÁ

Publicada en enero de 1902

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

DISTRIBUCIÓN DE LOS ASTROS EN EL ESPACIO

por el Académico

Sr. D. José Comas Solá

Trabajo leído el día 23 de noviembre de 1900 en el acto de su recepción pública

---

Excmo. Señor:

«Señores:

Muy difícil, si no imposible, es la espresión exacta de la emoción que embarga á mi alma al ingresar en esta sabia y ya secular Academia, á la que han dado gloria y esplendor tantos nombres ilustres. No creo que mis merecimientos científicos sean dignos de tan alta honra, aunque haya dedicado las mayores energías de mi vida al estudio del Cielo. Por este motivo considérome en el deber ineludible de dar, ante todo, público testimonio de mi mayor agradecimiento por la benevolencia con que me ha distinguido esta Corporación admitiéndome en su seno.

No sé si podré cumplir dignamente con los altos deberes científicos que impone esta Academia á los que tienen la honra de pertenecer á ella, pero sea como fuere, en justa reciprocidad y como muestra de leal gratitud, ofrezco sinceramente trabajar con más ahinco que nunca para el bien y progreso de la Ciencia y para contribuir en todo cuanto alcancen mis fuerzas, al esplendor de esta Real Academia.

Los Estatutos de esta Corporación exigen la lectura de un discurso original para ser recibido en ella. Mucho he vacilado en escoger el tema. El carácter en exceso técnico de la mayoría de los asuntos astronómicos para un discurso de recepción ó el carácter en exceso particular de otras cuestiones, por más que presenten sumo interés y que á algunas he dedicado largos años de trabajo propio, me han hecho decidir por un tema de carácter general, vastísimo, que no exige necesariamente desarrollos matemáticos para ser expuesto de un modo popular, que es mi objeto en este caso, y cuya importancia filosófica no es menor sin duda, á cuantas investigaciones y conquistas científicas ha efectuado la inteligencia humana. El problema no tiene límites, está sujeto á controversías en sus más lejanos horizontes, pero es irrefutable en sus principios fundamentales. Me refiero á *la distribución de los astros en el espacio.*

No pretendo hacer historia de este grandioso problema, historia muy corta, si se refiere al verdadero estudio científico, y muy larga si se remonta hasta los mas rudimentarias y primitivas ideas referentes á aquél. Faltos de base científi-

ca y de observación, los grandes genios de la antigua Grecia preocupáronse poco de esta cuestión, pues en aquellos tiempos y hasta mucho más posteriormente se advierte, en todas las especulacions filosóficas y científicas, la preponderancia de la Tierra, de la Luna de los planetas y cometas sobre las estrellas, consecuencia natural de la ignorancia en que se hallaban los antiguos referente á la verdadera importancia del cielo estrellado. Buena prueba de lo mismo es la idea que durante tantos siglos prevaleció y que suponía las estrellas como luminares enclavados en una esfera cristalina que envolvia todos los demas cielos planetarios, sólidos también.

Pasando por alto las estériles elocubraciones de Platón, así como los estraños raciocinios de Aristóteles, Eudoxio, Lucrecio, Empédocles, del mismo Ptolomeo y de otros filósofos científicos antiguos, lo cierto es que hasta la aurora de la Astronomía moderna no empieza á fijarse el entendimiento humano en este problema grandioso. Citaré algunos ejemplos como muestra de las ideas sustentadas sobre el particular por algunos filosófos antiguos.

La Vía Láctea, que es la piedra angular de la cuestión que se va á tratar en este discurso, era considerada por Plutarco como un círculo nebuloso que flotaba constantemente en el aire. Algunos pitagóricos la atribuían al paso de un astro inflamado después de haber incendiado Phaetonte el Universo, y otros de la misma escuela la suponían debida á un efecto de reflexion de los rayos solares sobre la bóveda de los Cielos. Anaxágoras consideraba la Vía Láctea como un fenómeno producido por la sombra de la Tierra, Aristóteles como un conjunto de vapores secos inflamados, Posidonio como un fuego celeste enrarecido, Teofrasto como la linea de unión de los dos hemisferios celestes. En medio de esta série de opiniones disparatadas, faltas no sólo de observación sino simplemente de lógica, resalta la del gran Demócrito por acercarse mucho á la verdad, pues supone la Vía Láctea como un conjunto de estrellas muy pequeñas que por su proximidad se iluminan recíprocamente.

A Tycho-Brae, á Copérnico y á sus émulos se deben los primeros arietazos contra aquellos complicados cielos sólidos, que luego fueron hundidos para siempre por el ilustre Galileo. Desde aquella gloriosa época, se encauza la Ciencia por sus verdaderos senderos y los progresos reales se inician y aumentan rápidamente. Descartes, con su teoría de ios torbellinos, á la que modernamente ha dado nueva vida el distinguido Faye, pretende ya explicar la formación del Universo visible con todos sus caractéres. Wright de Durham, en su Teoría del Universo impresa en Lóndres en 1750, se ocupa especialmente de la distribución de las estrellas en el espacio y atribuye la Vía Láctea á una aglomeración sideral de forma aplastada ó capa estelar de relativo poco pesor, constituyente del Universo visible.

Pocos años después, Kant, el ilustre filósofo de Koenigsberg, amplió las ideas de Whright, y dándoles una amplitud ilimitada, supone que la Vía Láctea, forma un Universo al cual pertenece nuestro sistema solar, y que cada una de

las nebulosas perceptibles en el Cielo son otros tantos Universos inmensamente alejados, formando sucesivamente hasta el infinito agrupaciones de orden superior. Más adelante veremos si estas hermosas ideas han tenido confirmación.

Omitiendo aquí las especulaciones de Lambert, Laplace y otros matemáticos, la verdad es que el problema no empieza á resolverse sobre sólidas y verdaderas bases científicas hasta que aquel genio observador inglés, Guillermo Herschel, investigó los cielos con instrumentos telescópicos construidos por él mismo y que en potencia y dimensiones sobrepujaron extraordinariamente á cuanto se había hecho hasta entonces. La enumeración y clasificación de estrellas y nebulosas de G. Herschel han constituido la base para la resolución del problema, y sin ningún género de duda fué aquel estudio uno de los mejores timbres de gloria del ilustre descubridor de Urano. Hoy los fundamentos de la resolución de este problema consisten, como todos los de la Astronomía, en la observación primero, ya sea visual, fotográfica ó espectroscópica, y luego en el cálculo y en el raciocinio. Veamos á que resultados nos han conducido estos medios de estudio é investigación de los fenomenos naturales.

Para tener una primera idea de la distribución de las estrellas basta observar el firmamento estrellado. Una simple ojeada nos muestra este camino irregular pálidamente luminoso llamado Via Láctea y á más nos enseña que las estrellas se agrupan, se hacen más numerosas, hácia esta misma Vía Láctea. Por fin, el ojo acostumbrado á estudiar la esfera celeste, nota inmediatamente, que la linea media de la Vía Láctea es, aproximadamente, un círculo máximo de aquélla. Esta sencillísima inspección nos demuestra: 1.° Las estrellas visibles no están distribuidas en el espacio uniformemente; 2.° Existe una zona de máxima condensación hácia la cual tienden á acumularse todas las estrellas. 3.° La zona de máxima condensación es aproximadamente plana; y 4.° Este plano pasa aproximadamente por la Tierra.

Antes de pasar adelante y estudiar más de cerca este asunto, deduzcamos las consecuencias de la hipótesis más sencilla, es decir, de una distribución uniforme de las estrellas en el espacio, supuestas todas del mismo brillo y que se extendieran uniformemente, hipótesis formulada ya por Littrow. En este caso, *la iluminación celeste*, si se me permite expresar así, sería la misma para cualquiera región que consideráramos del firmamento, pues las intensidades luminosas de las estrellas decrecerían inversamente al cuadrado de sus distancias á la Tierra, mientras que el número de estrellas situadas sobre superficies esféricas concéntricas de igual valor angular sería directamente proporcional al cuadrado de sus distancias respectivas á la tierra, por manera que el producto de estos dos factores resultaría constante. Otra consecuencia notable puede deducirse de la misma hipótesis admitiendo el infinito de la materia. En efecto, es evidente que en este caso la iluminación del Cielo sería infinita, ya que infinitos serían los elementos constantes que integrarían esta luminosidad.

La observación real del Cielo nada de esto nos enseña. En primer lugar, la

relación de intensidad luminosa entre dos magnitudes consecutivas es menor que la relación entre el número de estrellas de las mismas magnitudes. En efecto; las observaciones fotométricas fijan el número 2.5 como relación media de brillo, para una diferencia de magnitud igual á la unidad, mientras que la relacion de número para tal diferencia es 3.9, según resulta de la combinación de las observaciones de Argelander, Heis y Gould. Se infiere de ello que, siguiendo esta proporcion, nos envían más luz las estrellas pequeñas, ó mejor dicho, lejanas que las grandes ó próximas, de lo cual se deduce que la iluminación celeste sería, con mayor motivo, infinita, en el caso de continuar indefinitivamente esta doble ley de distribución y luminosidad constante de las estrellas. Podemos asegurar, por tanto, que el aumento del número de estrellas con el orden de magnitud llegará á un máximo, si la intensidad luminosa de las estrellas es constante, pero que después necesariamente disminuirá el número de las mismas. Aquí, en esta disminución, tocamos ya un punto vago del problema, pues nada nos autoriza á decir que esta disminucion deba llegar á la ausencia total de cuerpos celestes luminosos. Pueden prolongarse indefinidamente las estrellas en el espacio bajo una ley de convergencia y no resultar por tanto, una iluminacion infinita, como no es infinita el área de la superficie infinitamente larga comprendida entre la hipérbola y su asíntota. Aquí se estrellan las ideas concretas y aquí empiezan las opiniones de los partidarios de la materia infinita y los del Universo limitado.—Dejaré para más adelante el hablar de si existen infinitos Universos, como suponía Kant, idea relacionada con la expansión infinita de la materia, y limitándonos de momento á lo que vemos y suponiendo que este cielo estrellado que nos envuelve tiene, sino límites matemáticos, por lo menos límites sensibles, profundicemos un poco la distribución de las estrellas visibles.

Las elementales observaciones apuntadas al principio de este discurso y las consecuencias que de ellas se ha deducido demuestran claramente que la distribucion de las estrellas en el cielo no es producto del azar, no son algunos miles de millones de astros arrojados al espacio sin comunidad de orígen y sin dependencia en su colocacion. La Vía Láctea y la condensacion de estrellas hácia ella es producto de una *ley* cósmica, sencilla ó compleja, de una ley conocida ó desconocida, pero en absoluto de una ley, cristalizada en el Universo visible, y que nos demuestra la existencia de una relación física original entre todos los elementos integrantes del mismo, concepcion sublime sugerida por el ilustre Herschel.

Pero no es esto todo, pues ni la Via Láctea es una zona regular, ni todas las estrellas tienden á agruparse uniformemente hácia ella. La Vía Láctea, como todo el mundo tiene observado, ofrece condensaciones luminosas muy sensibles, especialmente en las constelaciones del Cisne y del Sagitario, visibles desde nuestras latitudes; ofrece también bifurcaciones ó desdoblamientos como en las constelaciones del Cisne y de la Serpiente, y en algunos puntos la casi ausencia completa de estrellas, que se manifiesta por regiones casi negras entre campos estrellados, de las que tenemos un buen ejemplo en la constelación del Cisne y

otro más importante aun, llamado *saco de carbón*, en el hemisferio austral, así como la solución de continuidad que aparece en la constelación del Navío perteneciente también al hemisferio celeste austral.

Difícilmente, Señores, puede presentarse un espectáculo tan emocionante, por su profunda sublimidad como el de la observación, no precisamente telescópica sino con unos simples gemelos, de estas regiones del Cielo en que parece que la mano del Omnipotente se ha complacido en separar los soles para que pudiéramos vislumbrar el fondo sin límites del espacio. El mismo telescopio que nos presentaba pocos grados más léjos un campo cuajado de estrellas como reluciente arena, allí, en aquel tunel sideral, nada apenas se distingue, solo alguna estrella solitaria perdida en los abismos sin fondo y más allá el negro Infinito, el vacío, el no ser ilimitado. Muchas veces se observa todavía en el fondo negro del Cielo, sirviéndose de un telescopio muy luminoso y provisto de un débil aumento, cierta vaga luz, cierta niebla luminosa, apenas perceptible, que demuestra la existencia á distancias inconcebibles de gran número de estrellas, aunque irresolubles por su gran distancia, pero en los propiamente *agujeros é intersticios negros* nada de eso se observa, como hacía notar recientemente Mr. See en las «Astronomische Nachrichten» y como he tenido ocasión de comprobar por mi parte desde muchos años atrás. Las hermosísimas fotografías obtenidas en estos últimos tiempos con objetivos de grande abertura y pequeña distancia focal, debidas principalmente á Barnard, muestran con un relieve extraordinario estas irregularidades en la distribución de las estrellas, estos desquiciamientos siderales, y patentizan la comunidad de origen de todas ellas y la existencia de leyes y de fuerzas que en este conjunto inconcebible las han dispuesto bajo mil formas diferentes, formas que pueden clasificarse en aglomeraciones regulares y amorfas, alineaciones y espacios oscuros.

Está fuera de duda, y esta era ya la opinión de G. Herschel, que las estrellas tienden todas á agruparse en familias, á acumularse en ciertos puntos, á separarse de otros, á mostrarse de modo que aparecen evidente la existencia de lazos físicos entre las estrellas, formando grupos siderales simples y estos. á su vez, formando grupos complejos, de orden superior. Estos lazos físicos se manifiestan no siempre en conglomerados estelares sino en complicadas y caprichosas alineaciones que abarcan, en algunos casos, muchos grados de la esfera celeste.

¿Cómo interpretar la verdadera forma del Universo visible, situados nosotros en medio del mismo, y cómo deducir la verdadera disposición de las ramificaciones y desdoblamientos de la zona galáctica? Imposible es con los medios actuales de observación hallar la representación estereoscópica ó de relieve de la Vía Láctea, pues que la vemos proyectada, aplanada sobre el Infinito. Sólo caben deducciones, pero sí de gran peso y que brevemente expondré.

J. Herschel, después de observar concienzudamente todo el Cielo, para lo cual hubo de trasladarse al hemisferio Sur de la Tierra, supuso que la Vía Láctea no es un estrato estelar contínuo sino que se compone, en realidad, de una aglo-

meración interior de estrellas, la llamada aglomeración de los fijos, rodeada de un gran sistema anular de forma indeterminada. Madler fué quien precisó estos conceptos contrapuestos á los de G. Herschel, que suponía el sistema de la Vía Láctea como un estralo estelar sensiblemente contínuo, de poco espesor con relación á las dimensiones laterales y en que la forma exterior era completamente desconocida. Por más que ilustres astrónomos sostengan hoy las ideas de J. Herschel referentes al sistema de la Vía Lactea, no creo que nada asegure ni mucho menos la verdad de sus aserciones. Cierto que existe una diferencia marcadísima entre la Via Láctea propiamente dicha y las demás estrellas del Cielo; cierto que aquélla ofrece una condensación brusca discontínua con relación á los demás astros y que todas las estrellas se agrupan con relativa regularidad hacia las regiones galácticas, pero ¿cómo asegurar que la aglomeración de los fijos está circuída por la Vía Lactea ó que ésta ocupa una posición interna con relación á aquélla? Sólo las paralajes estelares pueden solucionar la duda. Pero estas paralajes conocidas son todavía muy escasas y por otra parte el desconocimiento absoluto de paralajes de estrellas pertenecientes con seguridad á la Vía Láctea imposibilitan de momento afirmar en ningun sentido. El método de Kleiber aplicado á las velocidades radiales para la determinación de paralajes medias, nada ha podido decirnos todavia sobre el particular. Los movimientos propios transversales de las estrellas galácticas podrían tambien contribuir indirectamente á dar la solución, así como los movimientos relativos de las componentes de los grandes sistemas ó aglomeraciones siderales que existen en la Via Láctea. Pero en estos momentos es tambien imposible decir nada desde este punto de vista, pues los trabajos iniciales efectuados en este sentido son muy recientes y la comparación de observaciones nada puede decirnos todavía. Para la resolucion de este problema, será de grande importancia para los astrónomos del porvenir la triángulaciones micrométricas de cúmulos estelares pertenecientes con seguridad á la Vía Láctea, tales como las de Perseo, hechas por Krugger y Pilh, las de χ de la Cruz del Sur, por J. Herschel y Russell, las de η del Navío por J. Herschel y Gould, las del Sagitario (Messier 8) por el autor de estas líneas. No tendrán tanta importancia en este concepto las triangulaciones del Pesébre por Winecke, Schur y Hall, por hallarse separado de la Vía Láctea, ni las triangulaciones de la Pléyadas por Bessel, Wolf, Pritchard, por constituir este grupo un caso especialísimo y del cual me ocuparé más adelante.

Lo cierto, lo innegable es que la Via Lactea está físicamente relacionada con todas las demás estrellas del Cielo, que éstas se agrupan con cierta regularidad hacia el plano galáctico, así como la Vía Láctea presenta una disposición ó forma especial que no guarda rigurosa relación con la agrupación de los fijos, lo que no impide, sin embargo, de que dejen de ser evidentes los lazos físicos existentes entre todas las estrellas del Cielo y la Vía Láctea propiamente dicha, aunque exista una agrupación de fijos menos ligada á la condensación láctea que las estrellas que con evidencia pertenecen á ésta. Pero por más que la Vía Láctea y la dis-

tribución de los fijos estén en el fondo relacionados, podremos suponer, para simplificar ó concretar el raciocinio, que la Vía Láctea constituye sistema aparte ó intentar la averiguación de su forma en términos probables, puesto que como ya se ha dicho anteriormente constituye este caso un problema esencialmente indeterminado.

Al malogrado astrónomo inglés Proctor se le deben admirables estudios so bre el particular. Su Vía Láctea hipotética explica perfectamente bien las formas y detalles de la real y, aunque indeterminado el problema, ofrece la solución de Proctor muchísimas probabilidades de ser, si no la solución exacta, por lo menos aproximada. Su esquema se reduce á una especie de cinta dispuesta circularmente, pero que no llega á cerrar el círculo completo; esta solución de continuidad corresponde á la costelación del Navío. Los extremos de la cinta están replegados en ondulaciones, y de diferentes regiones de la misma surgen otras cintas secundarias como ramificaciones de la principal que formando ondulaciones y espirales se separan más ó menos ó coinciden con el plano del círculo. Cada una de estas ramificaciones explicaría las condensaciones y bifurcaciones que observamos en la Vía Láctea. Puede tomarse esta solución, repito, como buena en el estado actual de nuestros conocimientos, pues da exacta cuenta de todo cuanto se observa. Pero ¿cómo explicar mecánicamente el origen de estas formas caprichosas que recuerdan los ramajes de los dibujos de adorno? Aunque imposible es hacerlo, en el estado actual de nuestros conocimientos, no sería tampoco lógico pretender que la simple gravitación universal no es capaz de producirlas en condiciones complejas imposibles de someter al cálculo. Porque, en efecto, ¿es posible, concebir ni calcular los resultados mecánicos, geométricos de la materia en un estado extraordinario de rarefacción, existiendo roces, transformaciones de energía, cambios de volumen y masas perturbadoras? Por lo demás ¿no tenemos acaso trayectorias observadas de estrellas múltiples que afectan las más caprichosas curvas del género de las cicloides y no tenemos nebulosas en espiral y regueros ondulados de materia cósmica flotante en el espacio que miden miles de km. de longitud, como si un huracán impetuoso hubiere arrancado girones gaseosos de una nebulosa inmensa? Mecánicamente, repito, puesto que nos lo comprueba la observación, podemos admitir todas las formas como posibles, no quedando, por tanto, ninguna objeción grave á la bella concepción del astrónomo Proctor.

Aceptada esta forma ó disposición galáctica, ocupémonos de la aglomeración de los fijos. Es inútil insistir sobre las estrellas en general: ya sabemos que se acumulan hacia el plano galáctico. Veamos ahora que ocurre no considerando las estrellas en general, sino clasificándolas según sus caracteres físicos.

Si nos fijamos en las estrellas dobles, múltiples y los cúmulos estelares, notaremos que su distribución es exactamente la misma que la de las demás estrellas, es decir, que se condensan hacia la Vía Láctea. Los cúmulos estelares globulares dan el mismo resultado, pero con la particularidad de presentarse una condensación muy marcada entre las 16 ^{h} 45 ^{m} y 19 ^{h} de AR, región que corresponde á

la Corona Austral, parte del Sagitario, la cola del Escorpión, una parte del Telescopio y el Altar. En la región diametralmente opuesta de la Vía Láctea no existen casi cúmulos globulares, lo que parece indicar una diferencia de constitución entre estas dos regiones opuestas de la zona galáctica. Sea como fuere, lo cierto es que así las estrellas múltiples como los cúmulos estelares de todas clases se acumulan, lo mismo que las estrellas simples, hacia el plano galáctico, y lo mismo podríamos decir de las raras estrellas temporarias y efímeras que se han observado en epocas distintas.

Pero hé aquí, Señores, que esta conformidad hasta cierto punto presumible cesa por completo cuando se examina la distribución de otra categoría de astros: me refiero á las *nebulosas*. Ante todo establezcamos bien lo que se entiende por nebulosas. Los dos Herschels las dividían en dos clases: *resolubles* y *no resolubles*, y entre las resolubles admitían tres grupos: 1.° nebulosas fácilmente resolubles; 2.° nebulosas parcialmente resolubles y 3.° nebulosas irresolubles, pero cuyo brillo y cuyo aspecto las diferenciaba de la de segunda clase ó nebulosas no resolubles. A mi entender falta á esta clasificación verdadera base científica después de las conquistas espectroscópicas que han separado radicalmente las nebulosas de los cúmulos estelares, conquista que todavía tenía que inaugurarse en los tiempos de los Herschels. Hoy sólo debemos admitir cúmulos estelares, resolubles por consiguiente, y nebulosas gaseosas evidentemente irresolubles, por más que dentro de esta categoría existan varios grupos, representantes según muchos astrónomos de otras tantas etapas cosmogónicas, desde los nebulosos informes, á las nebulosas espiraloideas y planetarias y á las estrellas nebulosas. Dentro de esta clasificación racional, se encuentra que los cúmulos estelares, como ya he dicho antes, se acumulan, del mismo modo que las estrellas, hacia el plano galáctico, mientras que, y esto es notabilísimo, las nebulosas gaseosas *se separan*, tienden á mostrarse muy lejos del plano galáctico. Estas solas consideraciones destruyen la hipótesis de Kant referente á la existencia de otros universos constituídos por cúmulos ó nebulosas visibles, pues no se comprende que siendo los cúmulos estelares otros universos independientes, se agruparan hacia la Vía Láctea y que las nebulosas se separaran de la misma.

Cuéntase que G. Herschel cuando exploraba el Cielo con sus grandes telescopios siempre que notaba una región celeste muy pobre en estrellas decía á su secretario: «Preparaos á escribir que van á aparecer nebulosas». Esta sencilla frase demuestra que el gran observador pudo ya adquirir la convicción de que las nebulosas propiamente dichas presentan posiciones antitéticas con las de las estrellas.

Para convencerse de esta gran ley capital en la constitución del Universo visible, lo mejor es trazar las líneas coordenadas celestes según una proyección cualquiera, dibujar la línea media de la Vía Láctea y luego por puntos marcar las posiciones de las nebulosas según sus coordenadas. Cleveland Abbe, en 1869, hizo ya este trabajo de manera que apareciera á la primera ojeada la separación

de las nebulosas de la Vía Láctea. Para ello dividió la esfera celeste en dos hemisferios limitados por la Vía Láctea, á la que supuso un espesor medio de 10°, y marcó por puntos las posiciones de las 4699 nebulosas y cúmulos del Catálogo de John Herschel. De esta manera resultó que en la estrecha faja láctea estaban comprendidos el tercio de los cúmulos estelares y sólo la 60.ª parte de las nebulosas, resultado notabilísimo que se pondría todavía más de manifiesto sirviéndose del moderno y reciente Catálogo de nebulosas y cúmulos de Dreyer, publicado en las Memorias de la Real Sociedad Astronómica de Londres.

Proctor repitió el mismo trabajo con otra proyección y lo mismo ha hecho Waters recientemente empleando el mismo sistema de proyección que J. Herschel. Los resultados son los mismos y la ley de distribución de cúmulos y nebulosas aparece absolutamente evidente.

Tenemos, pues, bien caracterizados dos categorías de astros por dos leyes ó diferencias fundamentales: 1.° Por la diferencia de constitución física; 2.° Por la diferencia de distribución en el espacio. Aunque al parecer independientes, es indudable que estas dos características ó diferencias están íntimamente relacionadas. La separación entre las nebulosas y las estrellas representa cosmogónicamente para nosotros una aproximación, un lazo íntimo. Tenemos un plano de estrellas y dos grandes grupos de nebulosas cuya recta de unión tiende á ser perpendicular al primero. ¿Cómo explicar esta revelación inmensa? ¿Por qué razón, admitiendo para el Universo entero la evolución cósmica de Laplace, ú otra parecida, las masas nebulosas actuales, los restos embrionarios de la gran nebulosa primitiva, subsisten todavía en su primitivo estado á condición de estar alejados del plano galáctico, mientras existen por otras regiones soles caducos y astros opacos? La Naturaleza es infinita y nuestra Ciencia es muy pequeña. Hoy por hoy ninguna de las leyes conocidas es capaz de explicar esta distribución antitética de estrellas y nebulosas. ¿Acaso, me permitiré indicar, cuando del caos primitivo, evolucionando á través de los millones de siglos, surgió la nebulosa globular aplastada, con ramificaciones desarrolladas en espiral, acaso en estas condiciones sólo pudo extenderse la materia prolífica de mundos á lo largo del plano ecuatorial de rotación seleccionada por la fuerza centrífuga mientras que la materia infecunda, semi-etérea, incapaz de consolidarse, quedó hacia los polos del eje de rotación del Universo? Las rayas brillantes del espectro de las nebulosas atestiguan poquísimos materiales distintos. Sólo el hidrógeno y el nitrógeno son las que aparecen de un modo irrecusable. Y pregunto yo ¿acaso tenemos la certeza absoluta de la evolución de la materia desde el estado de hidrógeno, de nitrógeno ó de algún otro gas á todos los cuerpos simples conocidos, cuerpos cuya existencia aparece evidente en el espectro fraunhoferiano de las estrellas? ¿cómo asegurar, pues, que con los siglos estas pálidas nebulosas, cuyos girones cósmicos flotan en los cielos deban transformarse en soles y mundos? En prueba de mis dudas, fijémonos en la importante aglomeración de estrellas conocida por las Pléyadas, como tantas otras pudiera citar. La fotografía,

en manos de los astrónomos del Observatorio de París, Paul y Prosper Henry, descubrió inmensas nebulosidades rodeando las principales estrellas de aquel grupo. ¿Cómo se explica, entonces, que habiendo llegado todas las estrellas de las Pléyadas á la etapa cosmogónica plenamente estelar subsista todavía materia nebulosa? ¿Es que aun debe condensarse aquella materia gaseosa ó es que es incapaz de hacerlo? Mi opinión se inclina á este último extremo y, ¿quién sabe si mucha relación tiene la nebulosidad de los Pléyadas, como la de otros cúmulos y la de las estrellas nebulosas con la extensísima corona de nuestro Sol y la luz zodiacal? Cierto que puede objetarse que los astros que se mueven dentro de esta envoltura gaseosa deben de encontrar una resistencia inmensa que en tiempo relativamente reducido puede agotar su energía cinética, transformando el movimiento en calor. Pero, aparte de que esta nebulosidad puede ser de un enrarecimiento extraordinario, comparable al del éter, es lo cierto que Mercurio, Venus y la misma Tierra se mueven dentro de la luz zodiacal, y no obstante de ello no experimentan variación sensible en su distancia media al Sol. Estamos ante un problema dificilísimo, para cuya explicación sólo pueden emitirse conjeturas. Tienen que pasar todavía muchísimos años, antes que la Ciencia humana pueda penetrar con paso seguro por estos campos infinitos del Cosmos.

Admitidos los lazos físicos de todo cuanto existe en el Universo visible, descartadas para siempre las ideas de Kant y sus adeptos sobre la pluralidad de Universos al *alcance de nuestros sentidos*, concretado todo lo cierto é incierto de este vastísimo problema, réstame hablar de la situación del centro de gravedad, del centro dinámico de estos innumerables millones de estrellas y astros que gravitan en el espacio. Este centro de gravedad no hay ninguna razón, en principio, para que esté ocupado por un cuerpo de masa predominante. Nada de esto, el centro de gravedad puede ser pobrísimo en estrellas. Tal se observa en los cúmulos estelares globulares, cuyo centro geométrico, con toda seguridad poco alejado del centro de gravedad del sistema, no está ocupado por ningún astro preponderante sobre los demás.

¿Pero cómo encontrar dentro de nuestro propio Universo, el centro de gravedad del mismo? Para resolver el problema no queda otro recurso, siguiendo los raciocinios de Madler, que admitir una hipótesis demostrable y que por tanto podemos aceptar como una teoria confirmada: en el caso de una capa ó estrato estelar de espesor relativamente pequeño, los cuadrados de los tiempos de revolución son proporcionales á las distancias al centro de atracción y por consiguiente los movimientos lineales de cada estrella durante la unidad de tiempo, son proporcionales á las raices cuadradas de sus distancias al centro. Cabe admitir, por otra parte, que las órbitas descritas por los astros constituyentes del Universo son sensiblemente circulares.

Con estos fundamentos podemos ya sacar dos consecuencias que nos pueden dar una primera aproximación de la posición del centro de gravedad del Universo. En efecto: en primer lugar, el movimiento lineal de los astros situados hacia

el centro del sistéma tenderá á ser nulo y máximo en la periferia, y en segundo lugar, el centro de gravedad estará sencillamente en ángulo recto con la dirección del movimiento de nuestro sistema planetario. Todos sabemos que por el estudio de los movimientos de las estrellas se ha venido en conocimiento de que el movimiento de nuestro sistema planetario se efectua en dirección á la constelación de Hércules, hacia la estrella π de la misma. Pues bien, el centro de gravedad debiendo de hallarse, según he dicho antes, sobre una recta sensiblemente perpendicular á la dirección del movimiento del sistema, estará sítuado en ángulo recto aproximadamente con la estrella π de Hércules tomado en el plano de la órbita solar. La posición aproximada del centro de gravedad sobre esta recta indefinida, ó mejor dicho, plano indeterminado, pues que no conocemos de momento la posición del plano de la órbita solar, estará determinada por las estrellas que no ofrezcan otro movimiento sensible que el paraláctico, en virtud del movimiento propio de nuestro sistema planetario. Las estrellas que cumplen aproximadamente con estas condiciones se encuentran en las constelaciones de Aries, de Tauro y de Geminis. De las estrellas de estas constelaciones las que mejor satisfacen las condiciones antedichas son las pertenecientes al importantísimo grupo de las Pléyadas, que ya he citado antes. Es de notar, no obstante, el ángulo considerable que resulta en este caso entre el plano de la órbita de nuestro sistema y el de la Vía Láctea, efecto debido quizás á la masa no despreciable del grupo de las Pléyadas.

Varias confirmaciones pueden presentarse á esta primera aproximacion. Como Madler, podemos suponer hipotéticamente que Alcyone, la estrella más brillante del grupo de las Pléyadas y situada hacia el centro del mismo, es provisionalmente el centro de gravedad buscado. Si realmente es así, por lo que he dicho más arriba, el movimiento lineal de las estrellas debe crecer alejándose de Alcyone. Hecho este examen, resulta que efectivamente, por más que no se pueda conocer el movimiento completo de la mayoría de las estrellas, pero si la media de sus velocidades aparentes sobre la esfera celeste, resulta que alejándose de Alcyone aumenta el movimiento, por lo menos para las 1,141 estrellas empleadas y distribuidas en 6 zonas de 10° cada una.

Otras confirmaciones recibe la misma suposición estudiando los cambios de dirección aparentes de las estrellas y sus discrepancias con la dirección del movimiento paraláctico á medida que las estrellas consideradas están más lejanas del centro supuesto. Resulta de todo ello que pueda admitirse que el centro de gravedad del Universo está *hacia* Alcyone, pero no en Alcyone precisamente, como dicen algunos autores.

Importantes consecuencias pueden sacarse de este resultado. En primer lugar, la posición de Alcyone no está perfectamente en ángulo recto con la dirección del movimiento solar, de lo cual se deduce que la órbita descrita por el Sol no es circular, sino ligeramente elíptica. Además, fijando el movimiento paraláctico de Alcyone, obtendremos el movimiento angular del Sol. Este movimiento es

de 0\0471 por año. Admitiendo este valor como medio anual, la traslación completa del Sol debe efectuarse en 22 millones 268 mil años, periodo enorme de tiempo que no concibe nuestra inteligencia.

Entrando de lleno en el terreno de las hipótesis plausibles, puede calcularse por medios indirectos la distancia probable de Alcyone al Sol, resultando que éste se halla del centro de gravedad del Universo á una distancia tal que la luz, á razón de 300,000 kilómetros por segundo, invierte 192 años para salvarla. Apurando las consecuencias de esta importantísima cuestión, podemos aplicar la tercera ley de Kepler al conjunto de estrellas comprendidas en la esfera limitada por la órbita del Sol, dándonos por resultado que la masa de este conjunto de estrellas equivale á 3 millones 254 mil masas solares, número muy superior al de estrellas que podemos admitir dentro de esta efera, lo cual nos vendría á indicar que existe multitud de astros oscuros invisibles, conforme se ha demostrado recientemente con el estudio de las estrellas dobles fotométricas. Y por último, este número considerable de masas nos indica también, atendiendo á las distancias medias á que se encuentran de nosotros las estrellas clasificadas en magnitudes, que el Sol se halla en una región pobre de estrellas.

Estos últimos resultados son, repito, solamente hipotéticos, no obstante, ofrecen muchísimas probabilidades de expresar con satisfactoria aproximación la situación del Sol y con la del Sol nuestra propia situación en el Universo.

Imposible es negar la importancia de estas consecuencias del estudio de la distribución de los astros en el espacio, es decir, de las estrellas y nebulosas en el Universo. El análisis paciente, la observación escrupulosa han sido los medios de que se ha valido la inteligencia humana para desplegar ante nuestra vista el espectáculo entero del Cielo, para que nuestro espíritu comprenda la verdadera situación del astro que nos sirve de morada entre esta miriada de soles y mundos que gravitan en el espacio.

Hénos, Señores, aquí, sino en posesión completa de la síntesis saprema del Universo visible, por lo menos en posesión de los conceptos fundamentales de lo Creado. Es mucho lo que nos falta saber todavía, pero lo conquistado definitivamente no sufrirá ya alteración fundamental al través de los venideros siglos. Se ha dicho por un autor insigne que el Arte es inmutable y la Ciencia variable, indecisa en sus conclusiones, que la soberana belleza arquitectónica del Partenon subsiste y subsistirá siempre, mientras que casi todas las pretendidas verdades de la Ciencia antigua han sido derribadas para ser substituídas por otras, á su vez inestables también. Error lamentable! Ciertamente que el Arte antiguo ha conservado su valor al través del tiempo, pero es cierto también que la verdadera Ciencia, la Ciencia nacida de la observación, del experimento y del cálculo subsistirá siempre eternamente. Las leyes de Kepler seguirán inmutables en sus líneas generales por más que se acumulen los millares de siglos y por más que se dilaten hasta el infinito los horizontes de la Ciencia humana y lo mismo ocurrirá con el sistema Copernicano, con la paralaje del Sol, de los planetas y

de las estrellas vecinas, con la velocidad de la luz y con todas aquellas verdades científicas *definitivas*. La verdad es una é indestructible.

Creo haber hecho resaltar lo bastante, tratando de la distribución de los astros en el espacio, cuales eran las verdades definitivas y cuales las suposiciones, teorías é hipótesis más ó menos probables. Por fortuna, las primeras son ya suficientes para que tengamos una primera idea de la constitución del Universo y para que nos sea dable admirar, con la confianza de presenciar un espectáculo absolutamente real, el panorama infinito que la Ciencia ha desplegado ante nuestra imaginación.

Y este espectáculo, Señores, supera á todo cuanto pueda concebir nuestro entendimiento. Si concentramos nuestro espíritu, si lo aislamos de las sensaciones materiales y morales que sin cesar le hieren, y si en alas de la imaginación y teniendo por faro y timón las verdades científicas, lo remontamos por las serenas regiones de la bóveda estrellada, sentiremos en lo más hondo de nuestro ser la voluptuosidad del vértigo, la indefinible admiración de la suprema belleza, sentiremos palpitar en nuestro ser una vida nueva, una vida inmensa que se dilata hasta los confines del Universo y al través de la inmesidad del Tiempo, nuestro espíritu, ennoblecido, saneado por el puro espacio etéreo y por la concepción de ideas sublimes amará y bendicirá á la Ciencia.

¡Y estas conquistas prodigiosas, estas revelaciones inauditas son Ciencia pura, sí, Señores, esta Ciencia pura que tantos menosprecian porque, según ellos, no redundan inmediatamente en el bienestar material del hombre! ¡Qué importa que no se saquen resultados *positivos* del estudio de la Naturaleza! ¿Acaso sobre este infinitesimal planeta no cabe otra preocupación que la del tanto por ciento? ¿Acaso de los estudios más abstractos no han salido siempre maravillosas aplicaciones á la vida práctica? ¿Acaso el hombre, si quiere conservar toda la dignidad de su espíritu no es preciso que sepa admirar y comprender la Obra Divina y y que no permaneza ciego de entedimiento ante la inmensidad que le rodea?

La Ciencia es el Sol de la civilización; sin Ciencia no hay progreso moral ni material, como sin Sol no hay vida ni energía. Hagamos, Señores, cuanto nos sea posible para que ese Sol siga su curso ascendente y nos envuelva con sus más vitales efluvios.

He dicho.

DISCURSO DE CONTESTACIÓN

POR EL

Dr. D. Santiago Mundi y Giró

Académico numerario

Excmo. Sr.:

«Señores:

Hónrame en extremo, tener ocasión de contestar al recipendiario Sr. Comas y Solá. Me honro no solo por tratarse de un distinguidísimo astrónomo, que joven aun, ha sido indudablemente de los pocos españoles que han trabajado con ahinco y con fruto en la ciencia astronómica y que han podido demostrar en el extrangero que en nuestra Patria no falta quien se ocupa de ciencia con laboriosidad y talento; no solo me honro, repito, por los grandes méritos que atesora el nuevo académico, sino tambien por haberle contado entre mis antiguos y queridos alumnos y tener el convencimiento de que quizás en algo pude influir para despertar en su mente la noble aficion que hoy nos ha demostrado. Sin el conocicimiento de coordenadas cartesianas, bobilerianas, pluckerianas, polares y esféricas que aprendió en mi aula ¿hubiera podido jamás pensar en determinar astronómicamente un punto del espacio?

Siempre tuve por axiomático que después de la claridad de concepto y fiel transmisión por el lenguaje, la principal cualidad que debe ostentar quien á la enseñanza se dedique, es procurar y lograr que entre el maestro y el alumno exista verdadera simpatía, de índole tal, que éste llegue á considerar á aquel como el mejor de sus amigos, y el profesor debe demostrar que no es errónea tal creencia. Por mi parte, declaro que no puedo quejarme del cariño que me demuestran mis discípulos en justa reciprocidad del que yo les profeso ¿cuál será pues el placer que hoy experimentaré al considerar que una Academia tan respetable como ésta admite en su seno á mi querido amigo? Creed que recibiendo un alumno mío tal distinción se recompensan con creces los esfuerzos que pueda tener que hacer para infiltrar la ciencia en otros alumnos que son ineptos ya por su poca inteligencia y con más frecuencia por no conocer el hábito del trabajo.

El asunto tratado por el Sr. Comas en este acto de recepción no puede ser mas vasto ni más interesante. Resulta ser una concepción hermosísima, la síntesis del Universo, reconstituída por el paciente y genial análisis de los fenómenos y leyes naturales.

A pesar de que desde la más remota antigüedad, ya sea por curiosidad, ya por interés, el hombre ha observado el curso de los astros ¡cuántos siglos no han

debido transcurrir para llegar á sentar sobre sólidas bases solamente la disposición de los elementos de nuestro sistema solar y hasta aun para llegar al conocimiento definitivo de la forma de la tierra que habitamos! El progreso científico verdadero verificóse en aquella edad de oro en que brillaron genios tan notables como los de Descartes, Galileo, Copérnico, Kepler y Newton. Poco más de dos siglos nos separan de aquella famosa época, tiempo despreciable respecto á la Historia de la Humanidad, y ved los vuelos inmensos que en tan corto tiempo, ha tomado el estudio de la Naturaleza. Ya no se trata de la forma de la Tierra, ni de los planetas, ni del sistema solar, ni de las estrellas más próximas, se trata de muchísimo más, de cuestiones bastante más intrincadas é inesperadas. Hoy se determina la constitución química de las más lejanas estrellas y nebulosas; hoy se descubren por medio del análisis espectral sistemas físicos de soles que gravitan á distancias tan grandes de la Tierra que son invisibles hasta con el auxilio de nuestros anteojos y telescopios; hoy por medio de la fotografía se descubren infinidad de estrellas dobles fotométricas y de sus variaciones de brillo se deducen los períodos de revolución de sus componentes, la relación de sus radios y hasta el achatamiento de los soles que forman el sistema. En fin, los miles de millones de kilómetros que mide de radio la órbita de Neptuno son cortos ya para el genio y para los modernos medios de investigación que llegan á no reconocer fronteras, ni límites, remotándose hasta concretar la distribución de los elementos constitutivos del Universo visible que nos envuelve y al que pertenecemos. El Sr. Comas con gran claridad y suma competencia nos ha desarrollado el estado actual de tan grandioso problema. Cuestión tan compleja está resuelta en sus líneas fundamentales, pero queda todavía mucho que hacer para su completo conocimiento. Vasto horizonte le queda aún para explorar lo mismo á mi amigo que á sus compañeros de comisión.

Con la osadía natural en quien tiene tan claro talento, el Sr. Comas nos ha puesto de manifiesto las ideas del gran filósofo Kant, que suponía otros tantos Universos para cada uno de los cúmulos estelares, y ha pretendido rebatir estas ideas, demostrando la conformidad de distribución de estos cúmulos con las estrellas en general, deduciendo de ello que forman parte, lo mismo que las nebulosas, de un solo Universo. No obstante cabe preguntar ¿más allá de este Universo visible, estamos seguros de que no existen nuevas creaciones cósmicas, de que no haya nuevos Universos? ¿la idea de Kant, quizás errónea para los cúmulos estelares, puede negarse en absoluto? Nada nos dice sobre este transcendental asunto el telescopio, toda la potencia de este instrumento se circunscribe á los límites del Universo visible. Es posible que solo puedan aplicarse deducciones y criterios dificilísimos de concretar por tratarse de una cuestión que se halla intimamente relacionada con el infinito del espacio y de la materia, mas en el estado actual creo que no cabe ni la negación ni la afirmación de la tesis Kantiana.

Para terminar debemos declarar que el discurso que acabamos de oir nos evidencia cuanto podemos esperar de la cooperación del nuevo académico; así

mismo nos lo demuestran sus observaciones verificadas con el telescopio, las fotografías que ha obtenido, las triangulaciones por él realizadas en Sagitario, sus estudios sobre los espectros estelares, las hipótesis que sienta en su discurso, demostración clara de su erudición, hija legítima de su incansable laboriosidad y por fín el crédito grande que goza como astrónomo no solo en nuestra Patria sino en las demás naciones de Europa.

Permitidme, Señores co-académicos, que no sólo felicite á mi amigo por la merecidísima honra que hoy le otorgamos, sino que simultáneamente dé la enhorabuena más entusiasta á la misma Real Academia por la adquisición de un miembro de tanta valía y del cual tanto debe prometerse.

He dicho.

PRESENTED
31 JAN. 1902
BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

ADVERTENCIA

El tomo III de las MEMORIAS lo formarán las varias que hasta ahora se han repartido con paginación independiente para cada una, cuyo índice ú órden de colocación se dará al terminar la publicación, hoy en curso, de la que lleva por título «Descripción de los depósitos pliocénicos».

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 4

OBSERVACIONES DEL ECLIPSE TOTAL DE SOL DEL 28 DE MAYO DE 1900

POR EL ACADÉMICO

SR. D. JOSÉ COMAS SOLÁ

Publicada en enero de 1902

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 4

OBSERVACIONES DEL ECLIPSE TOTAL DE SOL DEL 28 DE MAYO DE 1900

POR EL ACADÉMICO

SR. D. JOSÉ COMAS SOLÁ

Publicada en enero de 1902

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

Observaciones del eclipse total de Sol del 28 de mayo de 1900

por el Académico

Sr. D. José Comas Solá

Trabajo leído por su autor en Junta genneral ordinaria del 13 de diciembre de 1900

Al objeto de estudiar este eclipse total de la mejor manera posible, sin otro auxilio que mis propios recursos, trasladéme á Elche, población por la cual pasaba la línea de centralidad del eclipse y que, por tanto, se hallaba en excelentes condiciones para la observación del fenómeno, tanto más cuanto es regla general que dicha población goza de muy trasparente atmósfera, sobre todo durante la primavera y verano.

No entraba en mis propósitos la observación de los contactos, pues este trabajo, además de requerir ciertos instrumentos que no estaban á mi disposición, constituía labor más que suficiente para un solo observador el estudio fotográfico de la corona y del espectro de la cromósfera. Estos dos puntos constituían el fondo de mi programa.

Tratándose de fenómenos importatísimos, raros y excesivamente breves, como son los eclipses totales de Sol, inútil es encomiar la importancia que en aquellos preciosos momentos adquiere la fotografía. ¿Cómo precisar en poco más de un minuto de tiempo, sirviéndose visualmente del espectroscópio, la situación precisa de todas las rayas brillantes del *flash,* su intensidad, espesor, y al mismo tiempo representar con matemática exactitud todos los detalles de la corona y posición y forma de las protuberancias? Tarea absurda sería seguir, para obtener tantos resultados á la vez, otro procedimiento que el fotográfico, único capaz de fijar casi instantáneamente estas múltiples imágenes y de constituir documentos permanentes é inalterables que en cualquier tiempo puedan estudiarse y que permitan medir micrométricamente los detalles y comprobar cuantas conclusiones se emitieran sobre los mismos

La observación de un eclipse total de Sol, hoy debe ser, pues, eminentemente fotográfica. Pero si la fotografía representa en este caso un papel importantísimo, la aplicación práctica de la misma, es decir, la parte operatoria, en tan cortos momentos, está erizada de dificultades. Cambio de placas, movimiento de relojería del pié ecuatorial, enfocamiento preciso para radicaciones de refrangibilidad distinta, tiempo de exposición, etc., son otras tantas dificultades muy difíciles de vencer por completo, sobre todo cuando un solo observador tiene que operar rápidamente con múltiples aparatos.

No puedo detenerme en detallar las dificultades y los medios que pueden aplicarse para vencerlas. Me limitaré á describir mis aparatos, en cuya disposición aparece cuanto me fué posible hacer para lograr el éxito apetecido.

Mis aparatos eran dos, montados sobre un mismo pié ecuatorial provisto de movimiento de relojería. Este doble aparato ecuatorial consistía por una parte en un objetivo astronómico de 11 cm. de diametro y 1 m. 60 de distancia focal, destinado á la fotografía de la corona, y por otra parte en una llamada *cámara prismática*, constituída por una caja de unos 80 cm. de longitud y de 13 × 13 centímetros de sección, caja que podía acortarse ó alargarse dentro de ciertos límites á fín de precisar el foco de la imagen espectral. Adaptado á uno de los extremos de esta caja iba el chasis doble con las placas fotográficas, chasis que podía quitarse y ponerse rápidamente sin remover el aparato, gracias al ajuste suave del mismo sobre el forro de *pelouche* que recubría el extremo posterior de la cámara y que impedía completamente el acceso de la luz en el interior de la misma. En el otro extremo iba colocado un objetivo de 55 mm. de diámetro y 80 cm. de distancia focal y delante de este objetivo estaban dispuestos dos grandes prismas de 60° y de flint pesado prestados graciosamente por la Facultad de Ciencias de la Universidad de Barcelona. Estos dos prismas tenían respecto del objetivo la inclinación conveniente para obtener la desviación mínima. El obturador iba colocado delante de los prismas. Según se vé, en este foto-espectroscopio no existe rendija ni lente colimadora, y se concibe que así pueda fencionar admirablemente, puesto que tratándose de fotografiar el espectro de un estrecho filete de luz (la cromósfera) situado á una distancia que sensiblemente podemos suponer infinita, huelgan rendija y colimador. Cada radiación monocromática de la cromósfera formará sobre la placa una imagen cromosférica con todos sus detalles, con su mismo relativo espesor, y con las protuberancias, si las hubiere. El procedimiento en teoría es facilísimo y sumamente ingenioso. Hoy, la cámara prismática representa quizás el papel principal en las observaciones de los eclipses totales de Sol.

Para centrar á la vez el aparato fotográfico destinado á la corona y la cámara prismática, dispuse el buscador de mi ecuatorial Grubb de 6 pulgadas sobre la cámara de tal modo que cuando el centro del Sol coincidía con el centro del retículo, la imagen de la corona estaba en el centro de la placa y el espectro de la cromósfera podía extenderse en toda su longitud sobre su placa correspondiente. Todas las placas empleadas por mí fueron isocromáticas Ilford, sensibles al verde y anaranjado, y provistas de antihalo. El desarrollo, al pirogálico con carbonato sódico.

El tiempo nebuloso de los días anteriores y la inestabilidad del barómetro hacían presagiar una decepción. Por fortuna, despejóse el cielo la víspera del eclipse, y así continuó, absolutamente puro, durante la realización del gran fenómeno astronómico. Poquísimas veces, sin duda, se habrá observado un eclipse de Sol en mejores condiciones que en Elche el del día 28 de mayo del corriente. Sólo fué de lamentar la poca duración de la totalidad (79 segundos).

Aparte de los fenómenos ya muy conocidos de disminución progresiva de luz y coloración amarillenta que va tomando el paisaje á medida que la Luna va mordiendo más profundamente el disco solar, debo hacer observar la circunstancia notable de aparecer en la cámara prismática ya rastro de las líneas de Fraunhoferh cuando faltaban todavía por ocultar los $^3/_8$ aproximadamente del diámetro del Sol.

Treinta segundos antes del principio de la totalidad, saqué, dándole muy corta exposición (un segundo poco más ó menos) una fotografía del espectro de comparación para las fotografías espectroscópicos ulteriores.

Este primer clisé, ligeramente sobreexpuesto, pero sin velo, muestra multitud de líneas, semi-circulares naturalmente, del espectro de absorción del Sol, especialmente en la región ultraviolada. Pero lo más notable es que algunas de estas lineas muéstranse ya invertidas. Tal ocurre con las rayas H, K, F y otra, perteneciente quizás al titano y cuya longitud de onda es aproximadamente 4470.

El primer clisé espectroscópico de la cromósfera lo obtuve en el momento de principiar la totalidad, con una exposición de 2 s. Aparece bastante rico de rayas, pudiéndose contar más de 120. Las más intensas son las H y K y las del hidrógeno, así en la región visible como en la ultraviolada. Es muy fuerte también la D_3 y se distingue admirablemente la doble *b* del magnesio, algunas del titano, muchas del hierro, etc. La 1474 K correspondiente al coronio es muy débil, pero perfectamente perceptible. Lamento no poder dar la longitud de onda precisa de las lineas que aparecen en mis clisés espectroscópicos por carecer de un aparato micrométrico apropiado, pero confío en que pronto podré disponerme un aparato de medida que me permitirá deducir con suficiente aproximación las longitudes de onda. Este ulterior trabajo tendré el honor, en su tiempo, de presentarlo á esta Real Academia.

Interín, he procurado reproducir de la mejor manera posible por medio de fotocopias sobre cristal mis clisés espectroscópicos y los de la corona.

La segunda fotografía espectroscópica la obtuve pasados 25 segundos desde el principio de la totalidad, dando á la placa 4 segundos de exposición. En esta fotografía han desaparecido casi todas las rayas visibles en la anterior. Sólo quedan las H y K muy fuertes y dibujando todo el contorno de la cromósfera con sus protuberancias, que aparecen en las imágenes monocromáticas de la cromósfera como pequeños puntos luminosos. Resulta, pues, que si la única sustancia productora de la H y de la K es el calcio, este gas metálico incandescente es el más actínico ó el más elevado de la cromósfera. Su espesor medio, dada la velocidad angular de la Luna respecto al Sol y el tiempo que media entre los dos clisés espectroscópicos, no baja de 22″ El estudio micrométrico de mis clisés permitirá deducir con bastante aproximación la profundidad ó espesor de los diferentes gases constituyentes de la cromósfera solar.

Las dos fotografías de la corona muestran multitud de detalles. Una de ellas, la del medio de la totalidad, es dulce; la otra, la del final de la totalidad, es dura.

La dulce permite distinguir buen número de pequeñas protuberancias, que ninguno de los circunstantes que me rodeaban en aquellos momentos pudo señalarme observando el fenómeno á simple vista. La fotografía dura acusa de una manera notable la estructura de la corona.

Esta estructura coronal aparece esencialmente filamentosa, semejando en conjunto á una cabellera de luz. El tipo de la corona de este último eclipse total fué exactamente el mismo que debía corresponderle en la época de mínima actividad solar, y que ocurría este año: es decir, grandes expansiones ecuatoriales formadas de filamentos y haces de rayos luminosos arqueados y penachos ó plumeros de luz en los casquetes polares· La expansión coronal del W. alcanza en los clisés hasta casi 3 veces el radio solar. Los penachos polares son muy reregulares, con los radios extremos ligeramente arqueados hacia el ecuador y los centrales rectos, parecidos á los rayos del Sol que pasan por entre las nubes.

Esta tendencia á converger los rayos coronales hacia el ecuador solar es, á mi modo de ver, una prueba fehaciente de la acción ejercida por la fuerza centrífuga desarrollada por el movimiento de rotación del Sol sobre la materia coronal, materia, al parecer, sumamente enrarecida y repelida violentamente por una fuerza repulsiva dimanante del astro central, ni más ni menos que lo que se observa en las colas cometarias, las cuales, por lo demás, ofrecen muchos otros puntos de semejanza con los rayos y haces coronales. El eje de simetría de los plumeros polares corresponde sensiblemente, como era de presumír, á la dirección del eje solar, conformeme ha confirmado el cálculo de orientación apoyado en Mercurio, que aparece en los mismos clisés de la corona.

Muy poco pude mirar directamente el eclipse, atareado como estaba manejando los aparatos; á pesar de todo, en los pocos segundos que pude dedicarme á ello, me convencí de que la caloración era sensiblemente nula en la corona. Ofrecía un tono blanco, argentino, siendo visibles muchísimos menos detalles que en las fotografías.

El termómetro de bola negra señaló un descenso máximo de 13°. En la tabla adjunta están indicadas las sucesivas temperaturas observadas. El termómetro estaba colocado paralelamente al eje del mundo, al objeto de que fuera constante el ángulo de incidencia de los rayos solares. El barómetro nada interesante señaló.

2h 30m	31°.0		
» 35	31°.3		
» 40	32°.3		
» 45	33°.5		
» 50	31°.2		
» 55	31°.1	Principia el eclipse.	
3h 0	30°.9		
» 5	30°.9		
3h 10	30°.5		
» 15	29°.4		
» 20	31°.4		
» 25	29°.4		
» 30	30°.0		
» 35	28°.7		
» 40	27°.6		
» 45	26°.0	Se vislumbran rayas negras en la cám. pris.	

3h 50	. . . .	24°.9			
» 55	. . . .	24°.0			
4h 0m	. . . .	22° 9	Visible Venus.		
» 5	. . . .	21°.8			
» 10	. . . .	20°.9			
» 14	. . . .	20°.4	Totalidad. — Visibles Sirio y Mercurio.		
» 15	. . . .	20°.2			
» 20	. . . .	20°.4			
» 30	. . . .	21°.0			
» 35	. . . .	22°.0			
4h 40	. . . .	23°.4			
» 45	. . . .	24°.0			
» 50	. . . .	24°.5			
5h 0	. . . .	26°.0			
» 10	. . .	27°.3			
» 20	. . . .	29°.1	Fin del eclipse.		
» 25	. . . .	30°.8			
» 45	. . . .	30°.7			
7h 30	. . . .	15°.2			

En el momento de la totalidad, la luz, antes amarillenta, se transformó en gris, plomiza, siendo bastante intensa para permitir leer perfectamente un tipo de imprenta ordinario. Se notaba muy bien que no procedía sólo de la cromósfera y corona, sino principalmente de la difusión luminosa de la atmósfera terrestre en las regiones próximas en que el eclipse no era total.

Resumiendo, mis observaciones demuestran: 1.° La existencia del coronio, á pesar de ocurrir el eclipse en una época de mínima actividad solar. No obstante es necesario advertir que la raya del coronio es débil, y el mismo espectro total del *flash* ó capas bajas de la cromósfera es evidentemente menos rico en líneas y éstas menos intensas que en las épocas de gran actividad solar, lo que tiende á demostrar que así la corona, como la cromósfera y fotósfera están íntimamente relacionadas con este misterioso periodo undecenal de la actividad solar; 2.° El espesor medio de la cromósfera, referido principalmente á las rayas H y K, no bajaba en el momento del eclipse de 22″; 3.° El nivel medio del calcio es superior al del hidrógeno. Este gas, lo mismo que el helio, sólo aparece elevado en las protuberancias; 4.° La forma de la corona ha corespondido exactamente á las previsiones fundadas en el periodo undecenal; 5.° Las radiaciones coronales son en buenaparte actínicas, comprobándolo la diferencia enorme que existe entre las imágenes visual y fotográfica de la corona y el gran número de detalles de la última; 6.° El eje de simetría coronal coincide con el eje polar; 7.° Ni por visión directa ni fotográficamente ha aparecido rastro de planetas intramercuriales.

Cuantas observaciones de este mismo eclipse hechas por otros observadas he he podido consultar hasta la fecha no añaden ninguna consecuencia científica nueva á lo que ya se sabía ni á las que por mi parte he podido obtener. Sólo debo mencionar los trabajos de M. Deslandres, efectuados en Argamasilla de Alba, que parecen indicar la existencia de radiaciones caloríficas coronales sensibles para el bolómetro, y que, según su autor, podrían ser suficientes para reconstituir la forma de la corona en tiempo normal, es decir, sin necesidad de eclipse. Aparte de que debe confirmarse la existencia de estas radiaciones caloríficas de la corona, me parece difícil que este procedimiento pueda algún día ser práctico para deducir fácilmente la forma de la corona en un momento dado, á menos de que se

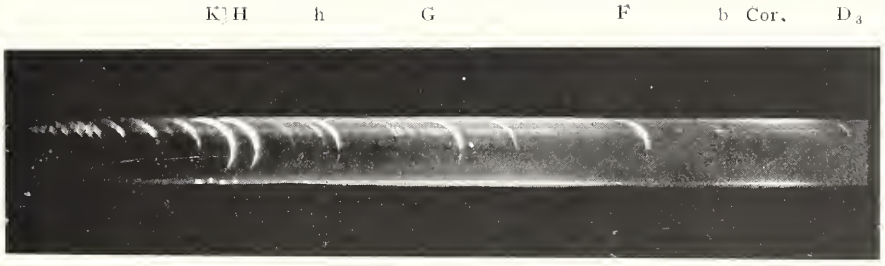
aprovechara la imagen calorífica de la corona para excitar la fosforescencia de ciertas sustancias. Faltan todavía conocer las observaciones efectuadas por Mrs. Lockyer y Ralph Copeland, que se instalaron en Santa Pola, cerca de Elche, y en general los resultados de muchos astrónomos, ingleses principalmente, algunos de los cuales prometen ser interesantes.

Barcelona 13 de diciembre de 1901.

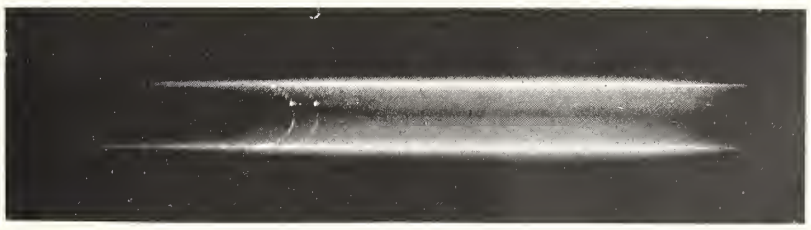
31 JAN. 1902

Corona solar.—Medio de la totalidad.

Corona solar.—Fin de la totalidad.



Espectro de la cromósfera.—Principio de la totalidad.



Espectro de la cromósfera.—25 s. después del principio de la totalidad.

José Comas Solá. — Eclipse total de Sol del 28 de mayo de 1900.

BRITISH MUSEUM
NATURAL HIST

ADVERTENCIA

El tomo III de las MEMORIAS lo formarán las varias que hasta ahora se han repartido con paginación independiente para cada una, cuyo índice ú órden de colocación se dará al terminar la publicación, hoy en curso, de la que lleva por título «Descripción de los depósitos pliocénicos».

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 5

MEDIDAS MICROMÉTRICAS
DE 156 ESTRELLAS MÚLTIPLES

POR EL ACADÉMICO

SR. D. JOSÉ COMAS SOLÁ

Publicada en enero de 1902

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 5

MEDIDAS MICROMÉTRICAS
DE 156 ESTRELLAS MÚLTIPLES

POR EL ACADÉMICO

SR. D. JOSÉ COMAS SOLÁ

Publicada en enero de 1902

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

MEDIDAS MICROMÉTRICAS DE 156 ESTRELLAS MÚLTIPLES

por el Académico

Sr. D. José Comas y Solá

Trabajo leído en la Junta general del día 19 de marzo de 1901

El Catálogo de medidas nicrométricas de estrellas múltiples que tengo el honor de presentar á esta Real Academia ha sido llevado á término en diferentes etapas. La primera corresponde á la segunda mitad de 1897; la segunda á la primera mitad de 1898; la tercera al final de 1898 y principios de 1899; y la cuarta á la segunda mitad de 1899. Las tres primeras series fueron efectuadas en el Observatorio astronómico privado de San Feliu de Guixols, del cual es Director propietario D. Rafael Patxot, y la última en mi Observatorio particular de Barcelona. El instrumento usado en San Feliu fué un ecuatorial doble Mailhat de 20 centímetros de abertura. El micrómetro de este instrumentro es de hilos múltiples de araña que se proyectan sobre campo brillante, circunstancia que imposibilita la observación de estrellas dobles de componentes muy débiles. El valor angular del paso de rosca, después de repetidas observaciones de pasos de estrellas ecuatoriales, resultó ser igual á $0.''96339 \times 60$. La mayor parte de las medidas en todas las series fué efectuada por dobles distancias ó por el método de repetición de Struve, sirviéndome de diferentes hilos á fin de anular, en la media aritmética de las lecturas, las irregularidades del paso de rosca, irregularidades que, por lo demás, pude comprobar que eran pequeñisimas.

Cuando ha habido lugar, los ángulos de posición y las distancias han sido corregidas de la refracción diferencial. Siempre he procurado, á fin de uniformar cuando menos la ecuación personal, que la línea de unión de las dos estrellas fuese paralela á la posición de mis ojos. Cuando las componentes han sido muy próximas (menos de 1″) ó muy débiles he obtenido el ángulo de posición por paralelismo á los hilos. Tanto para los ángulos como para las distancias, los movimientos de los hilos los he efectuado en todos sentidos, pero en cada observación aislada el movimiento de los hilos ha sido en un solo sentido al objeto de precaver todo tiempo perdido del paso de rosca. En todas las observaciones he adoptado tres pesos: 1, 2 y 3, correspondientes respectivamente á malas, regulares y buenas imágenes. Todas las medias aritméticas han sido calculadas en consideración á los pesos asignados á las observaciones.

El instrumento empleado en la cuarta serie ha sido mi ecuatorial Grubb de 152^{mm} de abertura. El micrómetro de este instrumento tiene iluminación del

campo y de los hilos; ambas iluminaciones son obtenidas por pequeñas lámparas eléctricas. La iluminación del campo se consigue por medio de un espejo metálico anular inclinado de 45° respecto al eje óptico del instrumento, y la iluminación de los hilos es completa por sus dos lados, gracias á dos espejitos convenientemente inclinados que reflejan la luz sobre el lado de los hilos que no podrían directamente herir los rayos luminosos.

El valor de un paso de rosca del tornillo micrométrico ha resultado ser igual á 0″50632 × 100. El método de observación ha sido el mismo que con el otro ecuatorial. Los aumentos generalmente usados en el ecuatorial Mailhat ha sido de 370 y 550 veces; en el ecuatorial Grubb de 350, que era el más potente de que disponía, en espera de una lente de Barlow encargada á la misma casa Grubb de Dublin y que todavía no había llegado al finalizar las observaciones.

La disposición de las medidas micrométricas en este Catálogo es el siguiente: Cada estrella viene indicada por el número de orden de los catálogos de W. Struve (Σ), de Otto Struve (OΣ), de Burnham (β), de Jhon Herschel (h), de W. Herschel catalogadas por Jhon (Hh), de Sout (So), del Catálogo General de Córdoba (Cord. G. C), ó bien de las letras y números de Flamsteed, Bode, etc., con el nombre de la constelación en latín á que pertenecen. Siguen después las coordenadas ecuatoriales referidas á 1900 y las magnitudes de las componentes. Luego en columnas están dispuestas. 1.° Las fechas expresadas en centésimas partes de año; 2.° El ángulo de posición; 3.° El número de observaciones de ángulo; 4.° El peso medio de estas observaciones; 5.° Distancia angular expresada hasta las centésimas de segundo; 6.° Número de observaciones de distancia; 7.° El peso medio de estas observaciones; 8.° El número de noches de observación, y 9.° Indicación del ecuatorial usado por las iniciales M, G. (Mailhat, Grubb). Las medias correspondientes á años diferentes van separadas; cuando corresponden á un solo año se engloban en una sola media aritmética, á menos de tratarse de un par de estrellas de muy rápido movimiento orbital. Al final, se indican las características de cada par y se hacen las consideraciones ú observaciones á que diere lugar el mismo.

Epoca	Ang. pos.	N.°	P.°	Dist.	N.°	P.°	N.° noches	Ecuat.
			Σ 3062. Mag. 6.8 , 7.9					
			$\alpha = 0^h\ 3^m.8$	$\delta = +58°\ 36'$				
1900.70	345° 38′	2	2	1″32	2	2	1	G.
Binaria rápida.								
			β 391 = χ^1 Sculptoris. Mag. 6.4 , 6.4					
			$\alpha = 0^h\ 4^m.3$	$\delta = -28°\ 33'$				
1900.77	93° 20′	2	3	1″25	2	3	1	G.
Muy buena imagen.								

Epoca	Ang. Pos.	N.°	P.°	Disl.	N.°	P.°	N.° noches	Ecuat.

OΣ 2. ½ AB , C. Mag. 6.9 , 8.3 , 10.0

$\alpha = 0^h\ 8^m.4 \qquad \delta = +26^\circ\ 26'$

1898.94	226° 31′	4	1	—	—	—	1	M.

Imágenes muy malas; es imposible medir Δ. Fija.

OΣ 2 . AB

1898.96	21°24′	2	3	0″5	—	—	1	M.

Hermosas imágenes, pero observación muy difícil. Distancia por estima Binaria.

Σ 13 . Mag. 6.6 , 7.1

$\alpha = 0^h\ 10^m.5 \qquad \delta = +76°23'$

1900.68	81° 39′	3	3	0″83	3	3	1	G.

Desdoblamiento limpio. Una de las observaciones de distancia es por estima, dándome 0″75. Binaria

Σ 24 . Mag. 7.2 , 8.0

$\alpha = 0^h\ 13^m.3 \qquad \delta = +25^\circ\ 36'$

1898.95	249° 18′	5	2	4″83	2	3	2	M.

Fija.

Σ 27 = 42 Piscium. Mag. 6.8 , 10.7

$\alpha = 0^h\ 17^m.2 \qquad \delta = +12^\circ\ 57'$

1900.79	335° 54′	3	3	28″84	1	3	1	G.

La medición de distancia es muy difícil por la pequeñez de B. Movimiento; doble de perspectiva.

Σ 39 ½ AB , C. Mag. 7.1 , 7.9 , 9. 6

$\alpha = 0^h\ 29^m.4 \qquad \delta = -5^\circ\ 3'$

1898.98	45° 2′	6	2	19″67	7	1	2	M.

Sensiblemente fija.

Σ 39. AB

1898.98	265° 44′	3	2	0″65	—	2	2	M.

Dificilísima. Distancia por estima. Muy probablemente binaria.

β 395 = Cord. G. C. 544. Mag. 6.9 , 7.0

$\alpha = 0^h\ 32^m.2 \qquad \delta = -25^\circ\ 19'$

1900.77	306° 40′	3	2	0″60	—	3	1	9

Muy difícil. Distancia por estima. Binaria que efectúa la revoludión en 16.3 años, según el Prof. See.

Epoca	Ang. Pes.	N.°	P.°	Dist.	N.°	P.°	N.° noches	Ecuat.
			h 323 . Mag. 6.2 , 8.7					
			$\alpha = 0^h\,41^m.9$	$\delta = -1°\,47'$				
1898.98	289° 47′	5	2	65″37	6	2	2	M.
Fija.								
			β 494 . Mag. 8.0 , 8.2					
			$\alpha = 0^h\,41^m.9$	$\delta = -1.°\,47'$				
1898.93	180° 27′	3	2	1″62	2	2	1	M.
¿Movimiento?								
			Σ 60 = η Cassio peiae. Mag. 4.0 , 7.6					
			$\alpha = 0^h\,43^m.0$	$\delta = +57°\,17'$				
1900.70	221° 4′	2	2	4″83	2	2	9	1
Binaria.								
			Σ 61. Mag. 6.1 , 6. 4					
			$\alpha = 0^h\,44^m.5$	$\delta = +27°\,10'$				
1897.74	296° 3′	4	2	4″51	3	2	1	M.
Sensiblemente fija.								
			Σ 73. = Andromedæ. Mag. 6.2 , 6.8					
			$\alpha = 0^h\,49^m.6$	$\delta = +24°\,5'$				
1900.68	13° 13′	2	3	1″12	2	3	1	G.
Binaria.								
			h 2004 = G 97 Ceti Mag. 6.5 , 9.7					
			$\alpha = 0^h\,52^m.7$	$\delta = -19°\,32'$				
1900.77	242° 33′	3	3	3″13	3	3	1	G.
Ligerísimo movimiento retrógrado.								
			So. 390 . Mag. 7.0 , 7.2					
			$\alpha = 0^h\,53^m.2$	$\delta = -16°\,15'$				
1898.94	214° 10′	3	1	6″16	3	1	1	G.

Para conciliar estos valores con las observaciones antiguas de esta estrella, es necesario suponer erróneo el ángulo de Secchi = 86°8 ó 266°8, medido en 1855.95. Esto supuesto, el ángulo sería casi constante y la distancia habría disminuído.

			Σ 80 . Mag. 7.0 , 8.2					
			$\alpha = 0^h\,54^m.3$	$\delta = +0°\,15'$				
1897.74	318° 55′	4	3	20″93	3	3	1	M.
Movimiento.								

Epoca	Ang. Pos.	N.º	P.º	Dist.	N.º	P.º	N.º noches	Ecuat.
		Σ 86 . Mag. 8.2 , 8.7						
		$\alpha = 0^h\ 59^m.7$		$\delta = -6°\ 1'$				
1898.93	154° 57′	6	2	13″32	6	2	2	M.
Movimiento.								
		Σ 88 = ψ¹ Piscium. Mag. 4.9 , 5.0						
		$\alpha = ^h\ 0^m.4$		$\delta = +20°\ 56'$				
1898.94	160° 45′	3	3	30″10	3	3	1	M.
Fija.								
		Σ 91. Mag. 6.9 , 7.9						
		$\alpha = 1^h\ 2^m.1$		$\delta = -2.°\ 16'$				
1899.74	323° 9′	13	2	4″11	10	2	2	M.
1898.96	323° 5′	3	3	3″99	3	3	1	M.
Movimiento dudoso.								
		Σ 100. = ξ Piscium. Mag. 4.2 , 0.3						
		$\alpha = 1^h\ 8^m.5$		$\delta = +7°\ 3'$				
1898.94	64° 23′	3	2	24″31	3	2	1	M.
Sensiblemente fija.								
		Σ 113. Mag. 6.7 , 7. 5						
		$\alpha = 1^h\ 14^m.7$		$\delta + -1.°\ 2'$				
1897.74	356° 23′	5	3	1″40	3	3	1	M.
1898.93	356° 9′	3	3	1″41	2	3	1	M.
1900.94	354° 16′	2	3	1″31	2	3	1	G.
Binaria.								
		h 2036. Mag. 7.0 , 7.5						
		$\alpha = 1^h\ 15^m.0$		$\delta = -16°\ 20'$				
1898.94	17° 49′	3	2	1″76	3	2	1	M.
1900.95	11° 45′	2	2	1″46	2	2	1	G.
Binaria								
		h 3436. = G. 112 Sculptoris. Mag. 7.7 , 9.7						
		$\alpha = 1^h\ 22^m.4$		$\delta = -30°\ 45'$				
1900.76	125° 24′	2	2	9″37	2	2	1	G.
Fija.								

Epoca	Ang. Pos.	N.°	P.°	Dist.	N.°	P.°	N.° noches	Ecuat.
			Σ 138 . Mag. 7.3 , 7.3.					
			$\alpha = 1^h\,30^m.8$	$\delta = +7°\,8'$				
1898.94	30° 0′	4	1	1″40	2	1	1	M.
1900.68	36° 23′	2	3	1″30	2	3	1	G.

Movimiento orbital directo muy lento.

			h 3447 = τ Sculptoris. Mag. 6.0 , 7.0					
			$\alpha = 1^h\,31^m.5$	$\delta = -30°\,27'$				
1898.96	92° 47′	4	1	2″2±	1	1	1	M.
1900.76	90° 22′	2	2	1″80	2	2	1	G.

Lento movimiento directo.

			h 3461 = ε Sculptoris. M. 5.5 , 8.3					
			$\alpha = 1^h\,40^m.9$	$\delta = -25°\,33'$				
1900.76	52° 26′	2	3	4″04	2	3	1	G.

Movimiento retrógrado.

			Σ 174 . Mag. 6.1 , 7.0					
			$\alpha = 1^h\,44^m.6$	$\delta = +21°\,47'$				
1897.74	164° 36′	3	3	2″77	3	3	1	M.

Movimiento angular muy débil.

			Σ 175. Mag. 8.1 , 8.6					
			$\alpha = 1^h\,45^m.5$	$\delta = +20°\,37'$				
1897.74	346° 15′	4	2	16″53	2	2	1	M.

Movimiento directo.

			Σ 180 = γ Arietis. Mag. 4.0 , 4 2					
			$\alpha = 1^h\,48^m.0$	$\delta = +18°\,49'$				
1897.65	359° 10′	14	2	8″38	14	2	2	M.
1898.95	258° 32′	3	3	8″34	2	3	1	M.

Sensiblemente fija.

			β 7 = 58 Ceti. Mag. 6.2 , 11.0					
			$\alpha = 1^h\,52^m.9$	$\delta = -2°\,33'$				
1900.66	3° 33′	1	3	—	—	—	1	G.

Muy difícil. La distancia es imposible medirla. Movimiento.

			Σ 196. AD. Mag. 8.5 , 6.5					
			$\alpha = 1^h\,54^m.0$	$\delta = +20°\,32'$				
1898.95	3° 34′	3	3	187″61	3	3	1	M.

Movimiento bastante rápido.

Epoca	Ang. Pos.	N.º	P.º	Dist.	N.º	P.º	N.º noches	Ecuat.
		Σ 202 = α Piscium. Mag. 2.8 , 3.9						
		α = 1h 56m9		δ = + 2º 17′				
1897.67	319º 31′	10	2	2″89	10	2	2	M.
1900.75	316º 9′	2	3	2″73	2	3	1	G.
Binaria.								
		Σ 205 = γ Andromedae. Mag. 3.0 , 5.0						
		α = 1h 57m7		δ = + 41º 51′				
1897.66	62º 38′	5	3	10″24	7	3	2	M.
1900.67	63º 16′	2	3	9″45	5	3	1	G.
Fija. La pequeña aparece perfectamente circular.								
		Σ 231 . Mag. 6.0 , 7.8						
		α = 2h 7m7		δ = — 41º 52′				
1898.93	231º 27′	3	3	15″70	2	3	1	M.
Binaria. Movimiento muy lento.								
		h 3506 = ω Fornacis. Mag. 5.2 , 8.1						
		α = 2h 29m5		δ = — 28º 40′				
1900.77	244º 26′	2	3	10″54	2	3	1	G.
Fija.								
		Σ 285 . Mag. 7.0 , 9.7						
		α = 2h 32m6		δ = + 33º 0′				
1900.79	166º 19′	2	2	2″35	2	2	1	G.
Probablemente binaria.								
		Σ 299 = γ Ceti. Mag. 3.0 , 6.8						
		α = 2h 38m1		δ = + 2º 48′				
1899.77	297º 14′	14	2	2″97	10	2	2	M.
1900.66	302º 0′	2	3	2″45	2	3	1	G.
Binaria.								
		Σ 305 Mag. 7.3 , 8.2						
		α = 2h 41m8		δ = + 18º 57′				
1898.98	317º 24′	5	2	3″21	4	2	2	M.
		Σ 333 = ε Arietis. Mag. 5.7 , 6.0						
		α = 2h 53m5		δ = + 20º 56′				
1897.62	200º 46′	9	3	1″66	10	3	2	M.
1900.79	205º 8′	2	2	1″69	2	2	1	G.
Binaria.								

Epoca	Ang. Pos.	N.°	P.°	Dist.	N.°	P.°	N.° noches	Ecuat.
		θ Eridani. Mag. 2.7 , 4.3						
		$\alpha = 2^h\,54^m.5$		$\delta = -40°\,42'$				
1900.76	84° 21′	2	2	7″77	2	2	1	G.
Fija.								
		Σ 356. AB. Mag. 6.0 , 6.0						
		$\alpha = 2^h\,59^m.6$		$\delta = +24°\,52''$				
1898.96	273° 41′	3	3	0″5	—	3	1	M.
Observación muy difícil. Binaria muy lenta. La distancia está determinada por estima.								
		Σ 346 . ½ AB , C. Mag. 10.8						
1898.96	355° 15′	4	3	—	—	—	1	M.
Observaciones muy difíciles en campo brillante. Δ imposible. Fija.								
		h 3555 = α Fornacis. Mag. 4.0 , 8.0						
		$\alpha = 3^h\,7^m.8$		$\delta = -29°\,23'$				
1900.758.—La pequeña estrella es invisible.								
1900.767.—Me parece ver la pequeña estrella confundida con uno de los anillos de difracción. El ángulo de posición de esta estrella sería: 344° 32′ ±, y en cuanto á la distancia: 1″ 6 ±. Binaria.								
		Σ 367 . Mag. 8.0 , 8.0						
		$\alpha = 3^h\,8^m.9$		$\delta = +0°\,22'$				
1893.96	188° 26′	4	3	0″40	—	3	1	M.
Observaciones difíciles, aunque la imagen es muy buena. Δ por estima.— Movimiento orbital bastante rápido.								
		β 84. Mag. 7.2 , 7.4						
		$\alpha = 3^h\,11^m.0$		$\delta = -6°\,17'$				
1900 74	13° ±	1	3	—	—	—	1	G.
Alargamiento casi imperceptible. La distancia no puede pasar de 0″6.								
		Σ 422. Mag. 6.0 , 8.2						
		$\alpha = 3^h\,31^m.6$		$\delta = +0°\,17'$				
1898.99	249° 56′	8	2	6″15	7	2	2	M.
Probable movimiento orbital.								
		f Eridani. Mag. 4.3 , 4.4						
		$\alpha = 3^h\,44^m.9$		$\delta = -37°\,56'$				
1900.76	205° 32′	2	3	7″07	2	3	1	G.
Imagen espléndida. Lento movimiento directo.								

Epoca	Ang. Pos.	N.°	P.°	Dist.	N.°	P.°	N.° noches	Ecuat.
			Σ 470. Mag. 4.0 , 6.0					
			$\alpha = 3^h\ 49^m.2$	$\delta = 3^\circ - 14'$				
1898.99	348° 35′	8	2	6″77	6	2	2	M.

Fija.

			Σ 460. Mag. 5.2 , 6.1					
			$\alpha = 3^h\ 53^m.3$	$\delta = +80^\circ\ 26'$				
1900.68	60° 33′	3	2	1″01	3	2	1	G.

El valor de la distancia es, por estima, = 0″95. Binaria.

			Σ 518. = o^2 40 Eridani. AB. Mag. 4.0 , 9.1					
			$\alpha = 4^h\ 10^m.7$	$\delta = -7^\circ\ 47'$				
1898.95	10°5′ 3	4	3	83″06	5	2	2	M.
1900.74	10°6′ 18	2	3	82″42	2	3	1	G.

Movimiento orbital.

			Σ 518. = o^2 Eridani. BC. Mag. 10.8					
1900.74	70°±	1	3	1″3±	1	3	1	G.

Con M. no pude medir ángulo y distancia deB C. El valor de la distancia es por estima.—Sistema ternario.

			Σ 576. Mag. 6.7 , 7.2					
			$\alpha = 4^h\ 33^m.4$	$\delta = -13^\circ\ 13'$				
1898.96	172° 31′	3	2	12″24	3	2	1	M.

Fija.

			Σ 590. Mag. 6.2 , 6.2					
			$\alpha = 4^h\ 38^m.8$	$\delta = -8^\circ\ 59'$				
1898.96	315° 20′	3	1	9″06	3	1	1	M.

Fija.

			OΣ 95 . Mag. 6.5 , 7.3					
			$\alpha = 4^h\ 59^m.6$	$\delta = +19^\circ\ 39'$				
1898.96	325° 22′	4	3	0″75	1	3	1	M.

Sistema orbital. Distancia por estima.

			OΣ 98 = 14 i Orionis. Mag. 6.0 , 6.8					
			$\alpha = 5^h\ 2^m.5$	$\delta = +8^\circ\ 22'$				
1898.99	184° 14′	6	2	0″99	5	2	2	M.

Sistema orbital.

Epoca	Ang. Pos.	N.º	P.º	Dist.	N.º	P.º	N.º noches	Ecuat

Σ 653 = 14 Aurigae. Mag. 6.0 , 6.8

1898.94	225° 37′	3	2	14″18	3	2	1	M.

Sensiblemente fija. Es imposible medir la distancia de C en campo brillante (Mag. 11.0). Sólo puedo dar aproximadamente el siguiente ángulo:

p = 356° 35′±.

h 3752 . AB. Mag. 6.0 , 6.5

α = 5h 17m7 δ = — 24° 52′

1898.96	98° 22′	3	1	3″19	1	1	1	M.

Movimiento orbital.

h 3752 . AC . Mag. 9.0

1898.96	104° 51′	2	2	61″26	3	2	1	M.

Movimiento.

Σ 716 = 118 Tauri. Mag, 5.8 , 6.6

α = 5h 23m1 δ = + 5° 52′

1898.94	202° 6′	5	1	4″73	3	1	1	M.

Σ 728 = 32 Orionis. Mag. 5.2 , 6.7

α = 5h 25m5 δ = + 5° 52′

Sencilla. Buenas imágenes. Aumento = 550.

Σ 761 . AB. Mag. 7.9 , 8.2

α = 5h 34m5 δ = —2° 37′

1898.05	200° 43′	3	3	67″74	2	3	1	M.

Σ 761 . BC. Mag. 8.2 , 8.7

1898.05	267° 3′	3	3	8″42	3	3	2	M.

Magníficas imágenes.

Σ 762 = β Orionis. Mag. 4.1 , 10.3

α = 5h 33m7 δ = — 2° 39′

1898.05	238° 53′	3	3	11″04	2	3	1	M.

Observaciones difíciles por la pequeñez de B.

Σ 774 = ζ Orionis. AB. Mag. 2.0 , 5.7

α = 5h 35m8 δ = — 2° 0′

1898.96	154° 28′	12	1	2″91	8	1	3	M.

Binaria.

Epoca	Ang. Pos.	N.°	P.°	Dist.	N.°	P.°	N.° noches	Ecuat.
			Σ 774 = ζ Orionis. AC. Mag. 10.0					
1898.94	10° 8′	3	2	58″56	2	2	1	M

Lento movimiento.

Σ 919 = 11 Monocerotis. Mag. 5.0 , 5.5
$\alpha = 6^h\ 23^m.9$ $\delta = -\ 6°\ 59'$

1898.95	128° 52′	4	2	7″25	3	2	1	M.

Fija.

Σ = 919 = 11 Monocerotis. BC. Mag. 6.0

1898.95	102° 39′	3	1	2″50	3	1	1	M.

Fija.

Σ 948 = 12 Lyncis. AB. Mag· 5.2 , 6.1
$\alpha = 6^h\ 37^m.4$ $\delta = +\ 59°\ 33'$

1899.03	115° 46′	3	3	1″28	2	3	1	M.

Σ 948 = 12 Lyncis. AC. Mag. 7.4

1899.03	304° 58′	2	2	8″72	3	2	1	M.

Sistema ternario.

Σ 1104 . Mag. . 6.7 , 8.3
$\alpha = 7^h\ 24^m.8$ $\delta = -14°\ 46'$

1899.04	332° 0′	4	2	2″25	2	2	1	M.

Σ 1196 = ζ Cancri. AB. Mag. 5.0 , 5.7
$\alpha = 8^h\ 6^m.5$ $\delta = +17°\ 57'$

1898.97	13° 50′	3	2	1″28	2	2	1	M.

Σ 1196 = ζ Cancri. AC. Mag. 5.5

1898.97	111° 52′	3	3	5″21	3	3	1	M.

Sistema ternario.

Σ 1356 = ω Leonis. Mag. 6 2 , 70
$\alpha = 9^h\ 23^m.1$ $\delta = +9°\ 30'$

1899.04	103° 5′	3	3	0″85	1	3	1	M.

Distancia por estima. Sistema orbital. El ángulo es actualmente estacionario, correspondiendo poco más ó menos á la mayor distancia aparente.

Epoca	Ang. Pos.	N.°	P.°	Dist	N.°	P.°	N.° noches	Ecuat.
			OΣ 101 = 6 Leonis. Mag. 5.0, 9.0					
			$\alpha = 9^h\,26^m.6$	$\delta = +10°\,10'$				
1899.03	74° 20′	3	2	36″35	2	2	1	M.
Sensiblemente fija.								
			Σ 1998 = ξ Scorpii . AB. Mag. 4.9, 5.2					
			$\alpha = 15^h\,58^m.9$	$\delta = -11°\,6'$				
1898.46	210° 56′	9	2	1″19	5	2	3	M.
Binaria.								
			Σ 1908 = ξ Scorpii. ½ AB, C. Mag. 7.2					
1898.46	66° 7′	9	2	7″13	9	2	3	M
Movimiento orbital.								
			Σ 2032 = σ Coronae. Mag. 5.8, 6.7					
			$\alpha = 16^h\,11^m.0$	$\delta = +34°\,6'$				
1897.59	211° 41′	5	3	4″39	5	3	1	M.
Binaria.								
			Hh . 512 = ρ Ophiuchi. Mag. 6.0, 6.0					
			$\alpha = 16^h\,19^m.6$	$\delta = -23°\,13'$				
1898.49	354° 13′	4	2	3″33	4	2	1	M.
Binaria.								
			Σ 2055 = λ Ophiuchi. Mag. 4.0, 6.1					
			$\alpha = 16^h\,25^m.9$	$\delta = +2°\,13'$				
1898.46	45° 4′	3	3	1″61	3	3	1	M.
Binaria.								
			Σ 2084 = ζ Herculis. Mag. 3.0, 6.5					
			$\alpha = 16^h\,37^m.5$	$\delta = +31°\,47'$				
1900.79	344° ± (?)	—	—	—	—	—	1	G.
Alargamiento dudoso, pero probable.								
			OΣ 315 = 21 Ophiuchi. Mag. 6.2, 8.1					
			$\alpha = 16^h\,46^m.3$	$\delta = +1°\,23'$				
1898 50	140° ±	—	—	alargada	—	—	1	M.

Binaria. Alargamiento de muy difícil observación. La distancia debe ser inferior á 0″5.

Epoca	Ang Pos.	N.°	P.°	Dist.	N.°	P.°	N.° noches	Ecuat.
			Σ 2105. Mag. 8.0 , 9.5					
			$\alpha = 16^h\ 46^m.3$	$\delta = +1°\ 19'$				
1898.50	130° 18′	3	3	29″11	3	3	1	M.
Fija.								
			Σ 2114 . Mag. 6.5 , 8.0					
			$\alpha = 16^h\ 57^m.2$	$\delta = +8°\ 35'$				
1898.50	166° 6′	4	2	1″49	4	2	1	M.
Binaria.								
			Σ 2122. Mag. 6 5 , 8.7					
			$\alpha = 16^h\ 1^m.7$	$\delta = -1°\ 31'$				
1898.48	279° 58′	4	2	20″51	3	2	1	M.
			36 Ophiuchi. Mag. 6.0 , 6.0					
			$\alpha = 17^h\ 9^m.2$	$\delta = -26°\ 27'$				
1898.50	191° 45′	7	2	4″20	8	2	2	M.
Binaria.								
			Σ 2173 = 221 (B) Ophiuchi. Mag. 5.8 , 6.1					
			$\alpha = 17^h\ 25^m.3$	$\delta = -0°\ 59'$				
1898.46	335° 30′	7	3	1″34	6	2	2	M.
1900.71	329° 4′	4	3	1″53	4	3	2	G.
Binaria rápida. Orbita muy inclinada sobre nuestro rayo visual.								
			Σ 2202 = 61 Ophiuchi. Mag. 5.5 , 5.8					
			$\alpha = 17^h\ 39^m.5$	$\delta = +2°\ 37'$				
1898.47	92° 39′	3	2	20″16	3	2	1	M.
Movimiento dudoso.								
			OΣ 338 . Mag. 6.6 , 6.9					
			$\alpha = 17^h\ 47^m.4$	$\delta = +15°\ 20'$				
1898.50	196° 3′	4	3	0″82	5	3	1	M.
1900.75	200° 54′	3	3	0″70	2	2	2	G.
Binaria.								
			Σ 2262 τ Ophiuchi. Mag. 5.0 , 5.7					
			$\alpha = 17^h\ 57^m.7$	$\delta = -8°\ 11'$				
1898.46	253° 51′	7	3	2″30	7	3	2	M.
1900.76	255° 31′	2	2	2″07	2	2	1	G.
Binaria.								

Epoca	Ang. Pos.	N.°	P.°	Dist.	N.°	P.°	N.° noches	Ecuat.
	Σ 2272 = 70 Ophiuchi . Mag. 4.1 , 6.1							
	$\alpha = 18^h\ 0^m.4$ $\delta = +2^\circ\ 32'$							
1898.47	270° 32′	9	3	2″23	7	3	2	M.
1900.68	243° 51′	6	3	1″83	4	3	3	G.

Binaria rápida.

Σ 2276 . Mag. 6.0 , 7.0

$\alpha = 18^h\ 1^m.1$ $\delta = +12^\circ\ 0'$

1898.48	258° 9′	5	3	6″68	4	3	1	M.

Fija.

Σ 2281 = 73 Ophiuchi. Mag. 5.7 , 7.2

$\alpha = 18^h\ 4^m.6$ $\delta = +3^\circ\ 58'$

1900.79	221° 36′	2	3	0″55	—	—	1	G.

Claramente alargada. Distancia por estima. Binaria.

Σ 2729 = L Aquarii. Mag. 5.9 , 7.2

$\alpha = 20^h\ 46^m.1$ $\delta = -6^\circ\ 0'$

1897.73	188° 47′	3	3	0″7	—	—	1	M.

Distancia por estima. Binaria.

β 133 = Cord. G. C. 25160 = G. 68 Saggitarii. Mag. 7 5 , 8.0

$\alpha = 18^h\ 21^m.5$ $\delta = -26^\circ\ 42'$

1900.77	259° 20′	1	2	1″67	1	2	1	G.

Lento movimiento retrógrado.

Σ 2375 . Mag. 6.2 , 6 6

$\alpha = 18^h\ 40^m.6$ $\delta = +5^\circ\ 24'$

1900.61	114° 27′	1	3	1″97	5	3	1	G.

Binaria.

Σ 2379 = 5 Aquilae Mag. 5 6 , 7.4

$\alpha = 18^h\ 41^m.4'$ $\delta = -1^\circ\ 3'$

1898.46	119° 5′	6	3	12″86	6	3	2	M.

Movimiento dudoso.

Σ 2434 . AB. Mag. 7.9 , 8.4

$\alpha = 18^h\ 57^m.6$ $\delta = -0^\circ\ 52'$

1898.46	126° 6′	3	3	22″77	3	3	1	M.
1900.65	124° 45′	2	3	23″47	2	3	1	G.

Movimiento. Los valores de 1900 corresponden á A, ½ BC.

Epoca	Ang. Pos.	N.°	P.°	Dist.	N.°	P.°	N.° noches	Ecuat.
			Σ 2434 . BC. Mag. 10.3					
1900.65	50° 11′	3	2	0″9	3	2	1	G.

Distancia por estima. Observación muy difícil. Hilos brillantes. Binaria.

Hh. 595 = Cord. G. C. 26096. Mag. 8.0 , 8.1

$\alpha = 18^h\ 58^m.4 \qquad \delta = -21°\ 41'$

1900.77	289° 44′	3	3	0″50	3	3	1	G.

Alargada. Observación muy difícil. Rápida binaria.

h. 5084 = γ Coronae Australis. Mag. 4.0 , 4.0

$\alpha = 18^h\ 59^m.6 \qquad \delta = -37°\ 52'$

1900.76	134° 3′	3	2	1″67	1	2	1	G.

Binaria.

Σ 2446 . Mag. 6.3 , 8.3

$\alpha = 19^h\ 0^m.9 \qquad \delta = +6°\ 24'$

1898.51	154° 6′	4	3	9″42	2	3	1	M.

¿Disminución de distancia?

Σ 2449 . Mag. 7.1 , 7.8

$\alpha = 19^h\ 1^m.5 \qquad \delta = +7°\ 0'$

1898.51	290° 39′	4	3	8″17	4	3	1	M.

Movimiento dudoso.

OΣ 370 . Mag. 7.5 , 8.2

$\alpha = 19^h\ 12^m.3 \qquad \delta = +9°\ 9'$

1898.51	11° 58′	4	3	19″36	3	3	1	M.
1900.61	13° 50′	1	3	19″59	3	3	1	G.

Fija.

Σ 2492 . Mag. 5.5 , 9.5

$\alpha = 19^h\ 13^m.5 \qquad \delta = +0°\ 55'$

1898.50	6° 43′	3	3	3″94	3	3	1	M.
1900.68	8° 0′	5	2	3″07	3	2	2	G.

¿Movimiento?

Anónima . Mag. 8.2 , 8.7

$\alpha = 19^h\ 16^m.5 \qquad \delta = +9°\ 0'$

1898.51	168° 35′	3	3	25″65	2	3	1	M.

No he podido encontrar esta estrella en las observaciones de Dembowski A. Hall, Burnham, etc., ni en el Catálogo de J. Herschel.

Epoca	Ang. Pos.	N.°	P.°	Dist.	N.°	P.°	N.° noches	Ecuat
			Σ 2510 . Mag. 8.5 , 8.5					
			$\alpha = 19^h\ 18^m.5$	$\delta = +9°\ 19'$				
1900.72	181° 13′	1	2	—	—	—	1	G.

La escasa iluminación de los hilos me impide medir la distancia.

			χ Aquilae ± 0Σ 380 . Mag. 6.0 , 7.0					
			$\alpha = 19^h\ 37^m.9$	$\delta = +11°\ 35'$				
1898.51	65° 6′	11	2	0″51	8	3	2	G.
1900 67	67° 54′	3	3	0″50	3	3	1	G.

Distancias por estima. Alargamiento muy sensible. Binaria.

			Σ 2583 = π Aquilae. Mag. 6.0 , 6.8					
			$\alpha = 19^h\ 44^m.0$	$\delta = +11°\ 34'$				
1898.52	107° 53′	4	2	1″74	3	3	1	M.
1900.68	113° 42′	5	3	1″56	5	3	2	G.

Binaria.

			Σ 2585 = ζ Saggitae. Mag. 5.7 8.8					
1898.52	313° 0′	3	3	9″01	3	3	1	M
1900.61	311° 42′	1	3	8″21	3	3	1	G.

Fija.

			h. 2904 . Mag. 6.6 , 10.2					
			$\alpha = 19^h\ 48^m.3$	$\delta = -24°\ 11'$				
1900.79	106° 29′	2	3	14″38	2	3	1	G.

Hilos brillantes. Muy difícil. El ángulo y distancia disminuyen rápidamente.

			Σ 2596 . Mag. 7.2 , 8.6					
			$\alpha = 19^h\ 49^m.4$	$\delta = +15°\ 1'$				
1898 52	333° 18′	3	2	2″64	3	2	1	M.
1900.68	329° 32′	4	3	2″15	4	3	2	G.

Movimiento orbital.

			Σ 2597. Mag. 6.9 , 8.0					
			$\alpha = 19^h\ 50^m.0$	$\delta = -7°\ 0'$				
1898 50	87° 9′	4	2	1″63	3	2	1	M.
1900.68	88° 28′	3	2	1″66	3	3	2	G.

Binaria.

Epoca	Ang Pos.	N.°	P.°	Dist.	N.°	P.°	N.° noches	Ecuat,

α^1 Capricorni. Mag. 4.0 , 9.0

$\alpha = 20^h\ 12^m.1$ $\delta = -12°\ 50'$

1900 66	220° 37′	1	3	45″91	1	3	1	G.

Aumento de distancia.

α^2 Capricorni. $\alpha^2\ a$. Mag. 3.0 , 12.0

1900.66	162°	1	3	—	—	—	1	G.

La pequeña estrella es muy difícil. No hay duda de que el ángulo aumenta.

Σ 2678 . Mag. 9.0 , 9.2

$\alpha = 20^h\ 20^m.4$ $\delta = -8°\ 38'$

1900.62	310° 46′	2	3	3″83	2	3	1	G.

Observaciones difíciles. Hilos claros.

π Capricorni. Mag. 5.1 , 8.7

$\alpha = 20^h\ 21^m.6$ $\delta = -18°\ 32'$

1900.66	142° 43′	2	3	3″19	3	3	1	G.

Sensiblemente fija.

Hh. 688 = ρ Capricorni. Mag. 5.0 , 7.1

$\alpha = 20^h\ 23^m.1$ $\delta = -18°\ 9'$

1900.69	173° 51′	7	3	2″55	6	3	3	G.

Sensiblemente invariable.

Hh. 689 = o^2 Capricorni. Mag. 6.3 , 6.8

$\alpha = 20^h\ 24^m.1$ $\delta = -18°\ 55'$

1900.66	241° 25′	2	3	21″89	2	3	1	G.

Sensiblemente invariable.

β 63 . Mag. 6.0 , 8.1

$\alpha = 20^h\ 25^m.5$ $\delta = +10°\ 34'$

1900.79	351° 51′	3	3	1″13	2	3	1	G.

¿Binaria?

Σ 2690 . Mag. 7.0 , 7.2

$\alpha = 20^h\ 26^m.4$ $\delta = +10°\ 56'$

1900.79	255° 31′	2	3	15″27	2	3	1	G.

¿Binaria?

Epoca	Ang. Pos.	N.°	P.°	Dist.	N.°	P.°	N.° noches	Ecuat.
			Σ 2699 . Mag. 8.0 , 9.0					
			$\alpha = 20^h\,31^m.4$	$\delta = -13°\,5'$				
1900.66	197° 9′	1	3	10″65	2	3	1	G.
Muy difícil. Hilos brillantes. Movimiento.								
			β 151 = β Delphini. Mag. 4.0 , 6					
			$\alpha = 20^h\,32^m.8$	$\delta = +14°\,15'$				
1900.66	357° 23′	3	3	0″55	—	—	1	G.
Distancia por estima.								
19000.747.—No veo con seguridad la estrella alargada. Peso = 3. Binaria.								
			β Delphini. AD.	Mag. 4.0 , 10.5				
1900.66	330° 59′	2	2	—	—	—	1	G.
Movimiento.								
			h 5224 = α Microscopii .	Mag. 4.8 , 9.5				
			$\alpha = 20^h\,43^m.7$	$\delta = -34°\,9'$				
1900.76	167° 17′	2	1	21″10	1	1	1	G.
Fija.								
			OΣ 417 . AB.	Mag. 7.5 , 8.1				
			$\alpha = 20^h\,48^m.8$	$\delta = +28°\,45'$				
1900·67	32° 1′	2	3	5″71	2	3	1	G.
Binaria.								
			Σ 2737 . AB.	Mag. 5.7 , 6.2				
			$\alpha = 20^h\,54^m.1$	$\delta = +3°\,55'$				
1897.65	285° 21′	8	3	0″97	4	3	1	M.
1900.66	278° 46′	6	2	0″97	4	1	2	G.
			Σ 2737 . ½ AB, C.	Mag. 9.1				
1897.65	74° 6′	5	3	10″41	3	3	1	M.
1900.65	76° 6′	3	2	10″67	2	2	1	G.
Sistema ternario.								
			Σ 2745 .	Mag. 5.6 , 7.7				
			$\alpha = 20^h\,58^m.8$	$\delta = -6°\,13'$				
1897.65	192° 15′	11	2	3″65	9	2	2	M.
1900.67	188° 56′	2	3	2″47	2	3	1	G.
Sensiblemente fija. Las observaciones de 1897 tienen poco peso.								

Epoca	Ang. Pos.	N.°	P.°	Dist.	N.°	P.°	N.° noches	Ecuat.

Σ 2777 = δ Equulei. AB. Mag. 4.5 , 5.0

$\alpha = 21^h\ 9^m.6$ $\delta = +\ 9^\circ\ 36'$

1898.975. Alargamiento dudoso hacia 0°. En todo caso, $\Delta < 0''.40$. Aumento: 550. Buenas imágenes.

Σ 2777 = Equulei. ½ AB, C. Mag. 10.2

1898.97	19° 29′	2	3	43″02	1	3	1	M.

Movimiento.

Σ 2799 . Mag. 6.6 , 6.6

$\alpha = 21^h\ 24^m.0$ $\delta = +\ 10^\circ\ 39'$

1900.79	120° 0′	2	3	1″21	2	3	1	G.

Muy sensible movimiento.

β 1212. Mag 6.3 , 7.1

$\alpha = 21^h\ 34^m.4$ $\delta = 0^\circ\ 31'$

1900.67	205° 5′	4	3	0″50	—	—	1	G.

Paréceme mucho ver la estrella alargada, no obstante no pueden conciliarse mis observaciones con el ángulo dado por Mr. Aitken (*Astronomische Nachricten*, n.° 3584) p = 269° 0 , 1898.78.

β 276 = η Piscis Austrini. Mag. 6.5 , 7.0

$\alpha = 21^h\ 55^m.1$ $\delta = -\ 28^\circ\ 56'$

1900.77	111° 58′	3	3	1″68	2	3	1	G.

Fija.

Σ 2851. Mag. 8.0 , 8.3

$\alpha = 21^h\ 56^m.$ $\delta = -\ 12^\circ\ 28'$

1897.68	120° 54′	9	3	18″72	5	3	2	M.

Σ 2862. Mag. 7.9 , 8.3

$\alpha = 22^h\ 2^m.0$ $\delta = -\ 5^\circ\ 20'$

1897.68	104° 31′	8	3	2″58	6	3	1	M.

β 172 = 51 Aquarii. Mag. 5.5 , 5.7

$\alpha = 22^h\ 18^m.9$ $\delta = -\ 5^\circ\ 20'$

1900.66	4° 24′	7	3	0″6	7	3	2	G.

Difícil, pero por momentos la desdoblo bien. Binaria.

Epoca	Ang. Pos.	N.°	P.°	Dist.	N.°	P.°	N.° noches	Ecuat.
		Hh 762 = 53 Aquarii. Mag. 6.0 , 60						
		$\alpha = 22^h\,21^m.2$		$\delta = -17°\,15'$				
1897.66	309° 30′	9	3	6″58	7	3	1	M.
1900.67	308° 19′	2	3	6″34	2	3	1	G.
Binaria.								
		Σ 2909 = ζ Aquarii. Mag. 4.0 , 4.1						
		$\alpha = 22^h\,23^m.7$		$\delta = 0°\,32'$				
1900.66	321° 33′	4	3	2″93	4	3	1	G.
Binaria.								
		Σ 2913. Mag. 7.0 , 8.1						
		$\alpha = 22^h\,25^m.3$		$\delta = -8°\,38'$				
1897.66	331° 46′	8	2	8″32	7	2	1	M.
Movimiento probable.								
		Σ 2915 . Mag. 8.5 , 8.7						
		$\alpha = 22^h\,27^m.6$		$\delta = +6°\,54'$				
1900.61	150° 34′	2	3	11″98	2	3	1	G.
Movimiento retrógrado.								
		Σ 2935. Mag. 7.0 , 8.0						
		$\alpha = 22^h\,37^m.7$		$\delta = -8°\,50'$				
1897.66	309° 47′	10	2	2″85	6	2	1	M.
Movimiento retrógrado probable.								
		h 5367 = γ Piscis Austrini. Mag. 4.5 , 9.0						
		$\alpha = 22^h\,47^m.0$		$\delta = -33°\,24'$				
1900.77	268° 42′	2	3	3″75	2	3	1	G.
Lento movimiento retrógrado.								
		Howe 117 = β 772 = δ Piscis Austrini. Mag. 4.2 , 10.0						
		$\alpha = 22^h\,50^m.4$		$\delta = -33°\,4'$				
1900.77	239° 18′	2	3	—	—	—	1	G.
La distancia es de imposible medida. Sensiblemente invariable.								
		Σ 2959 . Mag. 6.5 , 10.7						
		$\alpha = 22^h\,52^m.0$		$\delta = -3°\,47'$				
1897.66	103° 48′	7	2	13″24	5	2	1	M.
Movimiento.								

Epoca	Aug. Pos.	N.°	P.°	Dist.	N.°	P.°	N.° noches	Ecuat.
		Σ 2944	AB.	Mag. 6.8 , 7.3				
		$\alpha = 22^h\ 42^m.7$		$\delta = -4^\circ\ 44'$				
1897.65	259° 25′	12	3	3″74	9	3	2	M.

Binaria.

		Σ 2944.	AC.	Mag. 8.0				
1897.65	132° 37′	8	3	48″14	8	3	2	M.

Movimiento retrógrado.

		Σ 2995.	Mag	7.8 , 82				
		$\alpha = 23^h\ 11^m.4$		$\delta = -2^\circ\ 8'$				
1897.66	28° 28′	12	2	5″01	6	2	2	M.

Movimiento dudoso.

		Σ 2998 = 94 Aquarii.		Mag. 5.2 , 7.2				
		$\alpha = 23^h\ 13^m.9$		$\delta = -14^\circ\ 0'$				
1898.95	347° 49′	3	2	13″42	3	2	1	M.

Sensiblemente fija.

		Σ = 3008.		Mag. 6.8 , 7.7				
		$\alpha = 23^h\ 18^m.5$		$\delta = -9^\circ\ 0'$				
1897.66	242° 55′	10	2	4″14	7	2	2	M.

Movimiento retrógrado.

		β 279 = ω^2 Aquarii.		Mag. 5.0 , 11.0				
		$\alpha = 23^h\ 37^m.5$		$\delta = -15^\circ\ 6'$				
1900.77	90° 17′	4	1	—	—	—	1	G.

La distancia es imposible medirla por la pequeñez de B.

		h 5417 = G. 26 Sculptoris.		Mag. 6.0 , 10.2				
		$\alpha = 23^h\ 39^m.3$		$\delta = -26^\circ\ 48'$				
1900.76	324° 22′	2	1	7″81	1	1	1	G.

Lento movimiento.

		Hh 807 = 107 Aquarii.		Mag. 5.2 , 6.5				
		$\alpha = 23^h\ 40^m.9$		$\delta = -19^\circ\ 14'$				
1900.71	138° 54′	4	3	5″30	6	3	2	G.

Sensiblemente fija.

PRESENTED
31 JAN. 1902

Epoca	Ang. Pos.	N.º	P.º	Dist.	N.º	P.º	N.º noches	Ecuat
		So. 356. Mag. 6.0 , 7.5						
		$\alpha = 23^h\ 40^m.9$		$\delta = -19^\circ\ 27'$				
1898 95	134° 37′	3	2	5″86	2	2	1	M.

Movimiento probablemente orbital.

		85 Pegasi. Mag. 6.0 , 9.0						
		$\alpha = 23^h\ 56^m.8$		$\delta = +26^\circ\ 34'$				
1900.68	340° 13′	2	3	35″01	2	3	1	G.

Rápido movimiento.

Barcelona 19 de enero de 1901

ADVERTENCIA

El tomo III de las MEMORIAS lo formarán las varias que hasta ahora se han repartido con paginación independiente para cada una, cuyo índice ú órden de colocación se dará al terminar la publicación, hoy en curso, de la que lleva por título «Descripción de los depósitos pliocénicos».

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 6

APLICACION DE LA CANTIDAD INDEFINIDAMENTE GRANDE Á LAS FUNCIONES ELÍPTICAS

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

DR. D. LAURO CLARIANA Y RICART

Publicada en febrero de 1902

BRITISH MUSEUM NATURAL HISTORY

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 6

APLICACION DE LA CANTIDAD INDEFINIDAMENTE GRANDE Á LAS FUNCIONES ELÍPTICAS

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

DR. D. LAURO CLARIANA Y RICART

Publicada en febrero de 1902

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

APLICACION DE LA CANTIDAD INDEFINIDAMENTE GRANDE A LAS FUNCIONES ELÍPTICAS

POR EL DR. D. LAURO CLARIANA Y RICART

Académico Numerario

Memoria leída por su autor en Junta general ordinaria celebrada el día 19 de enero de 1901

La condensación en los cálculos, así como la falta de claridad, á veces, en los altos conceptos que se encuentran en las obras extranjeras que tratan de las funciones elípticas, puede ser causa de que dicho estudio en España, no se haya aún desarrollado tal cual fuera de desear; siendo esto más sensible por cuanto hoy la mayor parte de los problemas de Aritmética, Geometría, Física, Mecánica, etc., dependen ya de esa bella rama del análisis superior.

En este concepto nos proponemos escribir algo para dar á conocer, mediante varias memorias, las cuestiones más importantes de dicha teoría con la mayor claridad posible y sin omitir cálculo alguno, á fin de que sin fatiga pueda aprovechar mejor á los verdaderos amantes de la Ciencia Matemática.

En la presente Memoria, tratamos de aplicar la cantidad indefinitivamente grande (*) á la determinación de las fórmulas que á continuación se expresan, y que son de un uso frecuente en la teoría de las funciones elípticas:

$$\left.\begin{aligned}
&(1) \qquad \operatorname{sn}\left(u+\frac{\Omega'}{2}\right)=\frac{1}{k}\,\frac{1}{\operatorname{sn}.u}\\
&(2) \qquad \operatorname{cn}\left(u+\frac{\Omega'}{2}\right)=-\frac{\sqrt{-1}}{k}\,\frac{\operatorname{dn}.u}{\operatorname{sn}.u}\\
&(3) \qquad \operatorname{dn}\left(u+\frac{\Omega'}{2}\right)=-\sqrt{-1}\,\frac{\operatorname{cn}u}{\operatorname{sn}u}
\end{aligned}\right\}\quad (*)$$

Sensible es que en varias obras se encuentren las igualdades anteriores sin demostración, y por más que el distinguido matemático M. Jordan, pretende demostrarlas, sospechamos que sus consideraciones dejan alguna duda en el ánimo del lector, sobre todo cuando dicho autor trata de justificar la procedencia del

---

(*) Debemos advertir que el *infinito* y *cero* lo sustituimos por las cantidades indefinidamente grandes y pequeñas, las cuales se representan respectivamente por las letras I é *i*.

(*) Cours d'analyse de M. Jordan.—T. II, pág. 364, año 1883.

signo negativo que afecta á las fórmulas (2) y (3), como consecuencia de la ambigüedad del signo que resulta de la fórmula:

$$\operatorname{cn}\left(\frac{\Omega+\Omega'}{2}\right) = \pm\sqrt{-1}\,\frac{k'}{k}\,.$$

Por esto nosotros hemos creido que sería muchísimo mejor, partir de fórmulas cuyos signos fuesen bien determinados, y en efecto, bien pronto comprendimos que la fórmula de adición podría llevarnos á la consecución del fin, permitiéndonos al propio tiempo este método el hacer una hermosa aplicación de los principios Leibnitzianos, sabiendo que una suma de términos infinitesimales de diferentes órdenes, se resuelve en el orden superior, en el concepto de tomar el indefinidamente grande como prototipo.

Después de esas ligeras consideraciones podemos ya tomar las fórmulas fundamentales de la adición, para pasar luego á las consecuencias de las mismas.

Sean:

$$(*)\quad \begin{cases} \operatorname{sn}(a+b) = \dfrac{\operatorname{sn} a \operatorname{cn} b \operatorname{dn} b + \operatorname{sn} b \operatorname{cn} a \operatorname{dn} a}{1 - k^2 \operatorname{sn}^2 a \operatorname{sn}^2 b} \\ \operatorname{cn}(a+b) = \dfrac{\operatorname{cn} a \operatorname{cn} b - \operatorname{sn} a \operatorname{sn} b \operatorname{dn} a \operatorname{dn} b}{1 - k^2 \operatorname{sn}^2 a \operatorname{sn}^2 b} \\ \operatorname{dn}(a+b) = \dfrac{\operatorname{dn} a \operatorname{dn} b - k^2 \operatorname{sn} a \operatorname{sn} b \operatorname{cn} a \operatorname{cn} b}{1 - k^2 \operatorname{sn}^2 a \operatorname{sn}^2 b} \end{cases}.$$

Supongamos que se tenga: $a = u$ y $b = \dfrac{\Omega'}{2}$; al sustituir los nuevos valores en las fórmulas anteriores resulta:

$$(A)\quad \begin{cases} \operatorname{sn}\left(u+\dfrac{\Omega'}{2}\right) = \dfrac{\operatorname{sn} u \operatorname{cn}\dfrac{\Omega'}{2} \operatorname{dn}\dfrac{\Omega'}{2} + \operatorname{sn}\dfrac{\Omega'}{2} \operatorname{cn} u \operatorname{dn} u}{1 - k^2 \operatorname{sn}^2 u \operatorname{sn}^2 \dfrac{\Omega'}{2}} \\ \operatorname{cn}\left(u+\dfrac{\Omega'}{2}\right) = \dfrac{\operatorname{cn} u \operatorname{cn}\dfrac{\Omega'}{2} - \operatorname{sn} u \operatorname{sn}\dfrac{\Omega'}{2} \operatorname{dn} u \operatorname{dn}\dfrac{\Omega'}{2}}{1 - k^2 \operatorname{sn}^2 u \operatorname{sn}^2 \dfrac{\Omega'}{2}} \\ \operatorname{dn}\left(u+\dfrac{\Omega'}{2}\right) = \dfrac{\operatorname{dn} u \operatorname{dn}\dfrac{\Omega'}{2} - k^2 \operatorname{sn} u \operatorname{sn}\dfrac{\Omega'}{2} \operatorname{cn} u \operatorname{cn}\dfrac{\Omega'}{2}}{1 - k^2 \operatorname{sn}^2 u \operatorname{sn}^2 \dfrac{\Omega'}{2}} \end{cases}$$

(*) Para todas las fórmulas que van consignadas en esta Memoria, sin demostración, puede consultarse el Complemento de Cálculos del mismo autor.

A este punto interesa determinar el valor de $\operatorname{sn}\frac{\Omega'}{2}$, á cuyo fin podremos seguir el sencillo procedimiento que á continuación se expresa.

Para ello partiremos de la fórmula:

$$\operatorname{sn} z = \frac{\theta_3(i)}{\theta_2(i)}\,\frac{\theta_1(z)}{\theta(z)} \qquad (\Delta)$$

$$\text{siendo} \quad \frac{\theta_3(i)}{\theta_2(i)} = \frac{1}{\sqrt{k}}$$

Además, las fórmulas generales de θ, según los periodos dados por M. Briot, dan

$$(B)\quad \begin{cases} \theta_3\left(z + \frac{w'}{2}\right) = \lambda\,\theta_2(z), \qquad \theta\left(z + \frac{w'}{2}\right) = \lambda\sqrt{-1}\,\theta_1(z) \\ \theta_2\left(z + \frac{w'}{2}\right) = \lambda\,\theta_3(z), \qquad \theta_1\left(z + \frac{w'}{2}\right) = \lambda\sqrt{-1}\,\theta(z), \\ \text{siendo } \lambda = q^{-\frac{1}{4}} e^{-\frac{\pi z\sqrt{-1}}{w}}, \text{ y } \quad q = e^{\frac{\pi w'\sqrt{-1}}{w}} \end{cases}$$

Si en estas fórmulas suponemos z = i, se obtiene

$$\theta_3\left(\frac{w'}{2}\right) = q^{-\frac{1}{4}}\theta_2(i), \qquad \theta\left(\frac{w'}{2}\right) = q^{-\frac{1}{4}}\sqrt{-1}\,\theta_1(i)$$

$$\theta_2\left(\frac{w'}{2}\right) = q^{-\frac{1}{4}}\theta_3(i), \qquad \theta_1\left(\frac{w'}{2}\right) = q^{-\frac{1}{4}}\sqrt{-1}\,\theta(i)$$

Luego al tomar otra vez la fórmula (Δ), suponiendo en ella $z = \frac{w'}{2}$, después de sustituir los valores precedentes, resulta

$$\operatorname{sn}\frac{w'}{2} = \frac{\theta_3(i)}{\theta_2(i)}\,\frac{\theta(i)}{\theta_1(i)} \qquad (d)$$

Para determinar ahora el valor del segundo miembro, nos valdremos de las fórmulas siguientes:

$$\theta_1(z) = 2\sum_{n=1}^{n=I}(-1)^{n-1}\,q^{\left(\frac{2n-1}{2}\right)^2}\operatorname{sen}\frac{(2n-1)\pi z}{w}$$

$$\theta_3(z) = 1 + 2 \sum_{n=1}^{n=I} q^{n^2} \cos \frac{2\,n\,\pi\,z}{w}$$

$$\theta(z) = 1 + 2 \sum_{n=1}^{n=I} (-1)^{u}\, q^{n^2} \cos \frac{2\,n\,\pi\,z}{w}$$

$$\theta_2(z) = 2 \sum_{n=1}^{n=I} q^{\left(\frac{2n-1}{2}\right)^2} \cos \frac{(2\,n-1)\,\pi\,z}{w}$$

Si en estas fórmulas suponemos que z, se transforme en una cantidad indefinidamente pequeña, al sustituir los resultados en (d), se obtiene definitivamente:

(π) $\qquad \operatorname{sn} \frac{w'}{2} = I =$ cantidad indefinidamente grande.

Después de esas aclaraciones podemos tomar otra vez las fórmulas (A), en el concepto de que $\operatorname{cn} z = \sqrt{1 - \operatorname{sn}^2 z}$, y $\operatorname{dn} z = \sqrt{1 - k^2 \operatorname{sn}^2 z}$; así pues, se tiene:

$$\operatorname{sn}\left(u + \frac{\Omega'}{2}\right) = \frac{\operatorname{sn} u \sqrt{1 - \operatorname{sn}^2 \frac{\Omega'}{2}}\ \sqrt{1 - k^2 \operatorname{sn}^2 \frac{\Omega'}{2}} + \operatorname{sn} \frac{\Omega'}{2} \operatorname{cn} u \operatorname{dn} u}{1 - k^2 \operatorname{sn}^2 u \operatorname{sn}^2 \frac{\Omega'}{2}}$$

$$\operatorname{cn}\left(u + \frac{\Omega'}{2}\right) = \frac{\operatorname{cn} u \sqrt{1 - \operatorname{sn}^2 \frac{\Omega'}{2}} - \operatorname{sn} u \operatorname{sn} \frac{\Omega'}{2} \operatorname{dn} u \sqrt{1 - k^2 sn^2 \frac{\Omega'}{2}}}{1 - k^2 \operatorname{sn}^2 u \operatorname{sn}^3 \frac{\Omega'}{2}}$$

$$\operatorname{dn}\left(u + \frac{\Omega'}{2}\right) = \frac{\operatorname{dn} u \sqrt{1 - k^2 \operatorname{sn}^2 \frac{\Omega'}{2}} - k^2 \operatorname{sn} u \operatorname{sn} \frac{\Omega'}{2} \operatorname{cn} u \sqrt{1 - \operatorname{sn}^2 \frac{\Omega'}{2}}}{1 - k^2 sn^2 u \operatorname{sn}^2 \frac{\Omega'}{2}}$$

De donde según (π)

$$\operatorname{sn}\left(u + \frac{\Omega'}{2}\right) = \frac{\operatorname{sn} u \sqrt{1 - I^2}\ \sqrt{1 - k^2 I^2} + I.\ \operatorname{cn} u \operatorname{dn} u}{1 - k^2 \operatorname{sn}^2 u.\ I^2}$$

$$\operatorname{cn}\left(u + \frac{\Omega'}{2}\right) = \frac{\operatorname{cn} u \sqrt{1 - I^2} - \operatorname{sn} u.\ I.\ \operatorname{dn} u \sqrt{1 - k^2 I^2}}{1 - k^2 \operatorname{sn}^2 u.\ I^2}$$

$$\operatorname{dn}\left(u + \frac{\Omega'}{2}\right) = \frac{\operatorname{dn} u \sqrt{1 - k^2 I^2} - k^2 \operatorname{sn} u.\ I.\ \operatorname{cn} u \sqrt{1 - I^2}}{1 - k^2 \operatorname{sn}^2 u.\ I^2}$$

Aplicando aquí los principios de Leibnitz, en el supuesto de considerar la cantidad finita del orden cero, de momento cabe escribir:

$$(\gamma)\begin{cases} \operatorname{sn}\left(u+\frac{\Omega'}{2}\right)=\dfrac{\operatorname{sn} u\sqrt{-I^2}\ \sqrt{-k^2.}\ I+I\operatorname{cn} u\operatorname{dn} u}{-k^2\operatorname{sn}^2 u.\ I^2} \\ \operatorname{cn}\left(u+\frac{\Omega'}{2}\right)=\dfrac{\operatorname{cn} u\sqrt{-I^2}-\operatorname{sn} u.\ I.\operatorname{dn} u.\ \sqrt{-k^2.}\ I}{-k^2\operatorname{sn}^2 u.\ I^2} \\ \operatorname{dn}\left(u+\frac{\Omega'}{2}\right)=\dfrac{\operatorname{dn} u\sqrt{-k^2.}\ I-k^2\operatorname{sn} u.\ I.\operatorname{cn} u\sqrt{-I^2}}{-k^2\operatorname{sn}^2 u.\ I^2} \end{cases}$$

Antes de pasar adelante interesa hacer una observación muy importante respecto á los valores de $\sqrt{-k^2}$, y $\sqrt{-I^2}$, puesto que pueden modificarse del modo siguiente:

$$k=\sqrt{k^2}=\sqrt{-1\times-k^2}=\sqrt{-1}\ \sqrt{-k^2}\ ;\ \text{de donde}$$

$$\sqrt{-k^2}=\frac{k}{\sqrt{-1}}=-\sqrt{-1.}\ k.$$

De un modo análogo se tiene

$$\sqrt{-I^2}=-\sqrt{-1.}\ I.$$

Así pués al aplicar estas transformaciones en (γ), se halla

$$\operatorname{sn}\left(u+\frac{\Omega'}{2}\right)=\frac{\operatorname{sn} u.-\sqrt{-1.}\ I.-\sqrt{-1.}\ k.\ I+I.\operatorname{cn} u\operatorname{dn} u}{-k^2\operatorname{sn}^2 \mathrm{u}.\ \mathrm{I}^2}$$

$$\operatorname{cn}\left(u+\frac{\Omega'}{2}\right)=\frac{\operatorname{cn} u.-\sqrt{-1.}\ I-\operatorname{sn} u.\ I.\operatorname{dn} u.-\sqrt{-1.}\ k.\ I.}{-k^2\operatorname{sn}^2 \mathrm{u}.\ \mathrm{I}^2}$$

$$\operatorname{dn}\left(u+\frac{\Omega'}{2}\right)=\frac{\operatorname{dn} u.-\sqrt{-1.}\ k.\ I.-k^2\operatorname{sn} u.\ I.\operatorname{cn} u.-\sqrt{-1.}\ I.}{-k^2\,sn^2\,u.\ I^2}$$

Por fin, si aplicamos otra vez los principios Leibnitzianos á los numeradores

de las últimas igualdades, se obtienen definitivamente las fórmulas que nos habíamos propuesto demostrar:

$$\operatorname{sn}\left(u+\frac{\Omega'}{2}\right)=\frac{1}{k}\,\frac{1}{\operatorname{sn} u}$$

$$\operatorname{cn}\left(u+\frac{\Omega'}{2}\right)=-\frac{\sqrt{-1}}{k}\,\frac{\operatorname{dn} u}{\operatorname{sn} u}$$

$$\operatorname{dn}\left(u+\frac{\Omega'}{2}\right)=-\sqrt{-1}\,\frac{\operatorname{cn} u}{\operatorname{sn} u}$$

Digno de mención es, después de lo que precede, que siguiendo el mismo procedimiento respecto al indefinidamente grande aún cabe probar que en la fórmula de M. Jordau: $\operatorname{cn}\left(\frac{\Omega+\Omega'}{2}\right)=\pm\sqrt{-1}\,\frac{k'}{k}$, debe tomarse tan solo el signo negativo; en efecto, si consideramos la fórmula de adición

$$\operatorname{cn}(a+b)=\frac{\operatorname{cn} a\operatorname{cn} b-\operatorname{sn} a\operatorname{dn} a\operatorname{sn} b\operatorname{dn} b}{1-k^2\operatorname{sn}^2 a\operatorname{sn}^2 b}\;;$$

al sustituir en vez de a y b, los valores respectivos de $\frac{\Omega}{2}$ y $\frac{\Omega'}{2}$, no olvidando que $\operatorname{sn}\frac{\Omega}{2}=1$, $\operatorname{cn}\frac{\Omega}{2}=0$, y $\operatorname{dn}\frac{\Omega}{2}=\sqrt{1-k^2}=k'$, resulta:

$$\operatorname{cn}\left(\frac{\Omega+\Omega'}{2}\right)=\frac{\operatorname{cn}\frac{\Omega}{2}\operatorname{cn}\frac{\Omega'}{2}-\operatorname{sn}\frac{\Omega}{2}\operatorname{dn}\frac{\Omega}{2}\operatorname{sn}\frac{\Omega'}{2}\operatorname{dn}\frac{\Omega'}{2}}{1-k^2\operatorname{sn}^2\frac{\Omega}{2}\operatorname{sn}^2\frac{\Omega'}{2}}$$

Si aplicamos en este segundo miembro los principios anteriores, y los valores particulares que preceden, inmediatamente se obtiene

$$\operatorname{cn}\left(\frac{\Omega+\Omega'}{2}\right)=\frac{-k'.-\sqrt{-1.}\;k.I^2}{-k^2.I^2}=-\sqrt{-1.}\;\frac{k'}{k}\,.$$

valor determinado y negativo, hallado directamente sin necesidad de atender á la ambigüedad del signo que resulta en la expresión

$$\operatorname{cn}\left(\frac{\Omega+\Omega'}{2}\right)=\pm\sqrt{-1}\;\frac{k'}{k}\,,$$

dada por M. Jordan.

Por último, terminaremos esta Memoria manifestando que si bien el procedimiento anterior ha permitido apreciar la importancia que puede concederse á la cantidad indefinidamente grande, ésto no quiere decir que el método expuesto sea el único que nos podía conducir al fin apetecido; en efecto, también cabía partir de las fórmulas (B) ya halladas, y en el supuesto de que

$$\text{(C).} \qquad \begin{aligned} \operatorname{sn} z &= \frac{1}{\sqrt{k}} \cdot \frac{\theta_1(z)}{\theta(z)} \\ \operatorname{cn} z &= \sqrt{\frac{k'}{k}} \cdot \frac{\theta_2(z)}{\theta(z)} \\ \operatorname{dn} z &= \sqrt{k'} \cdot \frac{\theta_3(z)}{\theta(z)} . \end{aligned}$$

Si dividimos dichas fórmulas (B), respectivamente unas por otras, se encuentra

$$\frac{\theta_1\left(z+\frac{w'}{2}\right)}{\theta\left(z+\frac{w'}{2}\right)} = \frac{\theta(z)}{\theta_1(z)} = \frac{1}{\frac{\theta_1(z)}{\theta(z)}}$$

$$\frac{\theta_2\left(z+\frac{w'}{2}\right)}{\theta\left(z+\frac{w'}{2}\right)} = \frac{\theta_3(z)}{\sqrt{-1}\,\theta_1(z)} = -\sqrt{-1}\,\frac{\frac{\theta_3(z)}{\theta(z)}}{\frac{\theta_1(z)}{\theta(z)}}$$

$$\frac{\theta_3\left(z+\frac{w'}{2}\right)}{\theta\left(z+\frac{w'}{2}\right)} = \frac{\theta_2(z)}{\sqrt{-1}\,\theta_1(z)} = -\sqrt{-1}\,\frac{\frac{\theta_2(z)}{\theta(z)}}{\frac{\theta_1(z)}{\theta(z)}}$$

Ahora bien, en virtud de las igualdades (C), se deduce:

$$\sqrt{k}\,\operatorname{sn}\left(z+\frac{w'}{2}\right) = \frac{1}{\sqrt{k}\,\operatorname{sn} z}$$

$$\sqrt{\frac{k}{k'}}\,\operatorname{cn}\left(z+\frac{w'}{2}\right) = -\sqrt{-1}\,\frac{\frac{\operatorname{dn} z}{\sqrt{k'}}}{\sqrt{k}.\operatorname{sn} z.}$$

$$\frac{\mathrm{dn}\left(z+\frac{w'}{2}\right)}{\sqrt{k'}} = -\sqrt{-1}\,\frac{\sqrt{\frac{k}{k'}}\,\mathrm{cn}\ z}{\sqrt{k}\,\mathrm{sn}\ z}\,.$$

Así pués, atendiendo al cambio de notación, según M. Briot, se obtienen las mismas fórmulas que en el primer procedimiento, esto es:

$$\mathrm{sn}\left(z+\frac{w'}{2}\right) = \frac{1}{k}\,\frac{1}{\mathrm{sn}\ z}$$

$$\mathrm{cn}\left(z+\frac{w'}{2}\right) = -\frac{\sqrt{-1}}{k}\,\frac{\mathrm{dn}\ z}{\mathrm{sn}\ z}$$

$$\mathrm{dn}\left(z+\frac{w'}{2}\right) = -\sqrt{-1}\,\frac{\mathrm{cn}\ z}{\mathrm{sn}\ z}\,.$$

RECEIVED
10 [illegible] 1929

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 7

ARTE MODERNO

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

SR. D. JOSÉ MASRIERA Y MANOVENS

Publicada en febrero de 1902

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 7

ARTE MODERNO

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

SR. D. JOSÉ MASRIERA Y MANOVENS

Publicada en febrero de 1902

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

ARTE MODERNO

por el Académico numerario

Sr. D. José Masriera y Manovens

Sesión de 19 de enero de 1901

Tras un período de vacilaciones de dudas y de preferencias en que vivíamos sin un criterio fijo respecto de lo que había de entenderse y aceptarse por artística revelación del carácter de nuestra época, prestando tributo á todos los estilos y no poseyendo uno propio, ávidos de descanso, en medio de esta confusión, nos fijamos en el arte japonés viendo en él el principio estético de la naturaleza llevado especialmente con simplicidad armónica á la decoración. El arte japonés nos ha conducido de nuevo al estudio de formas y color naturales en su acepción más rudimentaria dejando sentir su poderosa influencia en nuestras artes. Y la imaginación europea fundada en sus principios y sugerida su inspiración por los medios plásticos que le ofrecen la diversidad de los animales y de las plantas, las tradiciones, las creencias y las costumbres con que se determina cada región; después de acudir á todos los estilos conocidos, buscando prestados sus auxilios y de aplicar en vacilante confusión el asirio, el griego, el egipcio, románico, romano, bizantino, gótico, árabe y el renacimiento de los siglos XV, XVI, XVII y XVIII, se entregó al estudio del arte japonés cambiando el carácter de la Decoración, á favor de cuya tarea y á vuelta de largos estudios ha ido apareciendo con caracteres completamente propios el estilo del siglo XX, llamado modernismo, al cual prestamos todos el tributo que siempre, por una eterna necesidad del espíritu, se presta á lo que tiene razón de ser; y la tiene completa el Arte Moderno al presentarse bajo todos los aspectos distintos con que se ofrece la decoración y con los distintos elementos que la constituyen, representando todos los nobles fines de la vida, su poesía, sus tradiciones y sus esperanzas.

Hoy le falta aún dar el paso final hasta encontrar las formas elementales rígidas y severas que se impongan, con las cuales se tenga el principio fijo en arquitectura, si bien algún aventajado talento ha podido apuntar el medio que vendrá, á no dudar dentro de poco, á señalar y robustecer los verdaderos principios claros y determinados para un estilo general, que se adapte á las condiciones de cada región, con la sanción y el aplauso público y el decreto académico.

En la actualidad se determina con toda su magnificencia y plenitud y con toda su inspirada elegancia en las artes decorativas, desde las cuales se va extendiendo poderosamente decorando todos los sitios modernos para cuya decoración se dispone de varias inteligencias, mientras que en la creación puramente artística los grandes genios crean obras cuyos detalles van cambiando á medida que

trascurre el tiempo sin que se altere el conjunto artístico, en tanto que los talentos pequeños, sin sentir ni comprender la esencia, sin penetrar en la razón del estilo, toman el detalle por la esencia, de lo cual proviene la preocupación de muchos para quienes el modernismo no crea más que extravagancias, producto de una síntesis neurosténica.

Mujeres tísicas con abundante cabellera que se retuerce y destaca en el espacio, salpicado de flores gigantescas. Nubes rígidas, troncos retorcidos, plegados múltiples que llenan media composición. Todo esto encerrado dentro de un trazado negro, grueso, potente, que según los casos se duplica y en algunos hasta se triplica. Ausencia de sombras y grandes manchas de un solo color. Todo esto, que existe en realidad en algunas composiciones geniales, como medios de expresión, es todo el modernismo para los más que tienen la pretensión de conocer el estilo; este modernismo ramplón con que se aburre á las personas de buen gusto con la pretensión de que es el estilo..... pero el estilo legisla magestuoso buscando sus motivos esenciales en la luz, en el espacio, en la belleza humana, resumiendo y amparándose en las cualidades primordiales que revelan la apariencia artística, la capa moral con que se cubren las civilizaciones.

La Exposición Universal, últimamente celebrada en París ha proclamado esta verdad, verdad de todos los tiempos que ha dado lugar á la diversidad de estilos conocidos y seguirá hasta el fin de los siglos.

La Exposición de París ha dado el paso de gigante demostrando que empieza el siglo xx con su estilo propio, con todos sus elementos. Austria, Alemania y Hungría, Francia y casi todas las demás naciones, han declarado sus méritos intrínsecos con obras verdaderamente geniales que pasarán á la posteridad con todos los rasgos característicos de nuestra época, mal llamada materialista cuando ella cultiva el Arte bello con tales manifestaciones de inspiración.

Las primeras presentaron en ebanistería y en decoración en general, obras de conjunto, interiores de vivienda que llamaron poderosamente la atención por el refinado buen gusto en el concepto y en la labor, exentos por completo de cuanto tienda á ser un halago para los sentidos, pues se espaciaba el alma en la contemplación puramente estética. La obra de talla bien concebida y hábilmente exornada con bronces, dorados, pinturas, mármoles, cristales y todos los medios asequibles para el decorado, ostentaban su belleza con mil variantes armónicas, sujetas á la severidad ciéntifica de la proporción, más dentro de la libertad de concepto para las formas, que en la sección de cerámica eran el verdadero embeleso.

Había de esto ejemplares notabilísimos, muestras del saber y de la inspiración; ejemplares llenos de poesía, de verdadero interés artístico, severos y á la vez elegantísimos. Y en cerámica dejaron manifestadas estas condiciones de gusto refinado, presentando objetos que bien podían llamarse ideales con verdadera propiedad de lenguaje artístico; objetos en que, la decoración y la exornación admirablemente unidas, producían el efecto embelesador cual si fuese la ilustración de un sueño.

Austria tenía sobre todo variedad de estos artículos, la suficiente para imponer por sí sola el criterio moderno con toda la fuerza de la cantidad y el atractivo de la calidad, con el poderoso auxilio de la Pintura y de la Escultura á las cuales pedían los medios de expresión como síntesis de su sér y para elevarse á las regiones de las Artes bellas.

En este punto los franceses han llegado á un grado superlativo, avalorando sus tradiciones su historia y su justo renombre de buen gusto. Han sabido hallar en los conjuntos de arte moderno el modo de enlazar todos los materiales dentro de todas sus formas y de todos los medios gráficos, sin que por esto hayan abandonado su estilo de Luís XV que les es tan propio, al que tal vez son demasiado afectos, si bien van continuando en la obra de la transformación, acercándose al final de la carrera impuesta y con obras que decretan claramente su progreso y su genio indiscutibles.

En metalisteria y muy particularmente en sus acepciones de Joyería y Platería ocupaban el primer lugar del Universo, por su arte, que era completo, por su mucha inspiración y por la ejecución intachable y pulcra.

Aparecían en tropel todas las variantes de forma, de color y de riqueza natural. No se proscribía ninguna de las materias conocidas, y la de éstas, que no tuviese por su naturaleza, suficiente valor, lo alcanzaba por la labor á que la sujetaba el artista. La moda, en sus especiales decretos había prescrito últimamente el empleo de una sola tinta en general y una forma determinada, quedando sin empleo y sin cotización en el mercado un sinnúmero de productos que esperaban un cambio de moda que decretase su empleo.

Hoy, es sintético en el estilo moderno el admitir todos los materiales, de lo cual resulta el efecto polícromo y la belleza de líneas en la producción, siendo más necesario el tino para saber combinarlos y armonizarlos; y el artista, que lo es de verdad, concibe con la libertad de acción y con el desahogo que le permiten extenderse más y más en su esfera creadora, con toda la fuerza de su talento y sin preocupaciones. Junto á un brillante de un gran valor, un pedazo de marfil, de nácar, y junto á estos últimos un espacio esmaltado, piedras de color, plata, bronce, hierro, oxidaciones, cincelados, etc., etc., todo entra en la composición de la joya y todo interviene en el interés del conjunto.

Esta misma libertad existe para el destino de los objetos suntuarios, prescindiendo de la proporción exacta de cada uno de ellos y diferenciándose todos según el uso á que se destinan, con lo cual desaparece la pesada igualdad á que estaban sometidos todos los muebles de una estancia como los ornamentos de una persona. Libertad que hace más difícil el asunto por cuanto permite que la armonía venga producida por diferentes elementos y por lo mismo es necesario más talento genial para producirla. Es la armonía de la naturaleza; armonía que se produce por un conjunto de miles de elementos hetereogéneos, ofreciendo magestuosamente la simplicidad como primera condición; como fuente de todas las bellezas, como ejemplo para la genial inspiración.

La simplicidad, pues, del conjunto que exige la asociación perfecta de todos los detalles es la tarea más difícil para la inteligencia del artista, á propósito de lo cual invocaremos como testimonio un caso ocurrido en vida de nuestro genial artista el célebre Fortuny.

Hallábase establecido en París y recibió la visita de un personaje muy rico que le fué á pedir en corto plazo para el santo de su señora, una acuarela de tema libre y á gusto del artista. Fortuny, apesar de la cortedad del tiempo, tomó el encargo y la hizo. Volvió á verle el caballero, dentro de los días fijados y se entusiasmó por la obra, llena de figuras y de detalles. Fortuny, al recibir la felicitación, añadió: «¡He tenido que hacerla tan aprisa! De haber podido disponer de más tiempo hubiera pintado una cosa más simple.»

El modernismo se funda principalmente en los accidentes naturales que son la esencia. Por ejemplo: en la flora acentúa la nervosidad en sus múltiples y variadas direcciones, los pétalos en su estructura, los troncos, el color general y lo gracioso de las formas en una tónica clara y armóniaa. En los animales se inspira particularmente en las líneas que imprimen su actitud, su fiereza ó su placidez acentuando lo más saliente, las partes del cuerpo más determinadas para producir la ornamentación. Finalmente, en la figura humana se busca ante todo y como punto principal la expresión y la esbeltez, especialmente en la mujer, el medio de expresión más directo para todas las representaciones de la vida, el más poético y más elocuente, sin que la desnudez con que puede representarse, despierte más que la pura contemplación de la belleza, á estilo del Arte griego que merece idénticas consideraciones.

Vemos representadas las ideas por escenas en que la naturaleza brilla con la sublime majestad de sus cambios trasformando los seres. La salida del sol, el ocaso, la tempestad, la calma, las estaciones del año, el mar, los ríos, la nieve, todo en relación íntima con el hombre, los animales y vegetales y sometido á los estudios cientlficos de acuerdo con la inspiración.

De lo cual resulta que dominando estos medios y traduciéndolos en lenguaje artístico se producen, en el orden decorativo, seres y plantas que no han existido nunca pero que las vé reales y vivientes el ojo del espectador, pues lógicamente contienen en su representación artística todos los gérmenes vitales y expresada su existencia.

Y todo esto, inaugurado en el arte decorativo se ha iniciado en la Pintura y la Escultura.

Muchas medianías y nulidades, pretendiendo conocer sintéticamente el *Arte Nuevo* y creyéndose aptos para su cultivo, han llenado el mundo entero con sus creaciones sembrando la preocupación del público en general á quien se trata de convencer de que aquellos son productos reales del modernismo, con lo cual le inducen á una crítica cruel y sarcástica y á escandalizarse por sus extravagancias, porque no ven el concepto ni la luz, la forma, la expresión ni el menor atributo reproducido, de los elementos naturales; y protestan con verdadera indig-

nación contra aquellos desaciertos, teniendo por locos á sus autores. Es un mal inevitable, fijo en la historia de la humanidad.

Do quiera vayan los sabios, do quiera vayan los genios, irán los torpes pretenciosos, que tomando la consecuencia por la causa, adoptarán cualquier manifestación aislada para aspirar á la gloria de su nombre, y estos siempre estarán en mayoría. Mas, dejándoles á un lado y ateniéndonos á las producciones del verdadero genio y del talento, desprendemos la evolución que se está realizando, aceptada absolutamente por todos los artistas, aun por aquellos que profesan la creencia de hallarse más distanciados. En todas las obras actuales de Pintura, se observa una gran modificación en la tonalidad, pues se ha visto claramente que la naturaleza presentaba en el color tintas y tonos más suaves; se han simplificado las líneas y se ha establecido la harmonía conveniente entre el lugar de la escena y las figuras; y en Escultura el cambio ha sido muy radical; se ha dado toda la importancia al reposo y elegancia de la línea y á la parquedad y justeza del modelado, suavizando y difuminando los contornos, recordando la simplicidad del natural y produciendo obras de gran potencia artística, obras de género, asuntos místicos de imponderable poesía y obras, en fin, de valor y méritos clásicos que se sostendrán á través de los tiempos determinando de una manera positiva el modo de ser de nuestra época presente.

Y todo esto no es producto de nuestro estado neurosténico como opinan muchos. En este modo de sentir y de concebir entra la fuerza de la razón y de la lógica, siendo completamente razonable y lógica, la inspiración que parte de los secretos de la naturaleza y se ampara en los axiomas de la ciencia. Lo que ha presentado la Exposición de Paris, producto del valer contemporáneo, es el balance universal de la actualidad, como comienzo del siglo en que hemos entrado. No existe quien se vea capaz de deshacerlo. Niega por compieto la necesaria intervención de los estilos que nacieron en otros tiempos, apropiados á ellos é intraducibles en el presente en que deseamos aspirar y aspiramos á lo que sea nuestra rtpresentación genuina. Precisamente es un signo muy claro de independencia el no querer vivir más de prestado y poner medios artísticos de vida propia. Pueden ser estos inferiores ó superiores á los de épocas pasadas; esto el tiempo lo dirá, no podemos decirlo nosotros; pero no puede negarse la verdad de que tiene muchísimo más valor, en arte, la originalidad, aunque modesta, que la copia más importante, y queremos ser originales, cansados ya de prestar tributo á las obras de nuestros antecesores que dieron gloria á sus tiempos respectivos con la labor original, con inspiración propiamente suya.

87

10 MAR. 1902

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 8

LA HORA

POR

DON JOSÉ RICART Y GIRALT

ACADÉMICO NUMERARIO

Publicada en febrero de 1902

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 8

LA HORA

POR

DON JOSÉ RICART Y GIRALT

ACADÉMICO NUMERARIO

Publicada en febrero de 1902

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

LA HORA

POR D. JOSÉ RICART Y GIRALT

Académico Numerario

Discurso inaugural leído por su autor en la sesión pública de 14 de octubre de 1901

EXCMO. SR.: HONORABLES SRES. ACADÉMICOS: SEÑORES:

I

Habiéndome correspondido por turno reglamentario leer el discurso de apertura del año académico de 1901 á 1902 en este día tan solemne, mi ánimo se encontró confuso por no saber encontrar un tema digno de vuestra sabiduría y proporcionado á los discursos, tan llenos de doctrina que se han leído desde ésta cátedra, por doctos académicos, cuyos nombres brillan como estrellas de primera magnitud en las páginas de la historia de esta desgraciada patria nuestra. Pero confiando más en la misericordia de Dios, que en mi pequeña capacidad científica, creí que os sería grato un tema de actualidad, como si dijéramos un tema de moda, discutido en academias de sabios, en palacios de Señores y en las cabañas de los jornaleros; tema que ha descendido desde la cátedra superior de ciencias á las necesidades más vulgares de la vida social, siendo motivo de sencillez en las especulaciones de unos, y motivo de confusión en la economía de otros; tema que está en analogía con el estado de mi alma, afligida por reciente pérdida de seres queridos: y este tema tiene por título *La Hora*.

La hora, tanto si la consideramos como instante concreto, como si la tomamos como intérvalo de tiempo, nos es bien conocida. Podemos decir que es guía de nuestras acciones mientras estamos despiertos, y aun dormidos soñamos con la hora. Es á manera de una pesadilla tanto más intensa cuanto más activa es nuestra vida social. Al despertarnos, lo primero que se nos ocurre es preguntar que hora es; luego distribuimos el día para que en las diferentes horas podamos cumplir nuestras necesidades de trabajo y de descanso. El reloj á manera de un tirano nuestro nos avisa á cada momento que es tarde, que nos apresuremos, que pasa la hora, que no llegarémos á la hora, y la hora es como un fantasma que delante de nuestra vista nos hace correr locamente en carrera de lucha por la existencia en unos, en vertiginosa pendiente de placeres en otros y todos encontramos como fin de esta serie de horas que componen la historia de nuestra vida, la última hora, la hora solemne en la que Dios nos llama para que comprendamos que esta hora, que nos ha esclavizado en la Tierra, es nada comparándola con la eternidad.

Sería dulce vivir en esta mísera Tierra, si la obcesión cada día más exigente

de la hora, que huye siempre y nunca vuelve, no proyectara sobre el tiempo presente una sombra melancólica. Todo pasa y nada queda, exclamó con profunda tristeza Heraclito de Efeso.

Somos llevados por el torrente que todo lo arrastra, sin poder alcanzar ni comprender las orillas de este mar misterioso que es la ley de la naturaleza. Largo nos parece el tiempo en nuestras aflicciones; pero el tiempo corre y aquellas horas amargas ya están lejos, muy lejos, ya vienen otras, y los otoños siguen á las primaveras, y vemos muchas veces despojar de hojas los árboles, y vemos morir á mucha gente y nos encontramos con la cabeza blanca en nuestro último otoño con un recuerdo confuso de lágrimas, placeres, odios, y amores, y el tiempo sigue corriendo y correrá aun cuando habremos vuelto al polvo de donde salimos.

La vida resulta entonces como un instante, como un sueño plácido aunque melancólico para los que hayan cumplido su misión; pero desesperado para los que han malgastado el tiempo.

¡Qué inmensa importancia tiene el tiempo para nosotros y esto que no sabemos lo que es!

Con vuestro permiso Sres. Académicos, entraré á decir cuanto se me ocurre respecto la *hora* según su significación científica.

II

Se dá el nombre de hora á la veinte y cuatro ava parte de un día, y como que consideramos cuatro clases distintas de días, á saber: día sidéreo, día verdadero, día medio, y día cronométrico, he aquí que tenemos también cuatro clases de horas, según á que días correspondan.

Pero para comprender lo que es hora y lo que es día, antes hemos de comprender lo que es el tiempo.

Todos tenemos conciencia del tiempo, no necesitamos definirlo aunque la verdad es, que esto no es tan fácil. La idea del tiempo lleva en sí la idea del infinito que es tan difícil de definir como el tiempo. El gran Balmes, en sus *Escritos póstumos* dice: Si tenemos idea del infinito, ¿por qué tanta dificultad en aplicarla y explicarla?

Du Bois-Reymond, coloca el tiempo y el espacio entre los siete enigmas del mundo.

Aristóteles dijo: «Mensura motus secundum prius et posterius». El tiempo es un número, el tiempo es la medida del movimiento.

En efecto, la ciencia toma el movimiento para medir el tiempo y la unidad ó módulo de movimiento para esta medida es la duración de una revolución del globo terráqueo sobre su eje, movimiento que consideramos regular.

Pero el movimiento sirve para definir lo que son intérvalos de tiempo, el movimiento nos señala el principio, la duración y el fin de un fenómeno físico, pero

no define el tiempo. Este, es anterior al principio del fenómeno, y va más allá del fin del mismo.

Supongamos una larga película de Cinematógrafo neutra ó sin impresionar; toda de un mismo color sin la más pequeña señal; pues, si se desarrolla fuertemente iluminada ante nuestra vista, no tendremos noción del tiempo ni del movimiento, y no obstante existe el movimiento y éste señala un período de tiempo. Pero si en la película impresionamos uno ó varios puntos, entonces el pase de uno de estos puntos de uno de los bordes iluminado, al otro borde, nos hará comprender la velocidad conque se desarrolla la película y el tiempo que emplea en el movimiento.

Supongamos otro ejemplo: un hombre dentro de un departamento completamente cerrado, de manera que no entre la luz. Después de dormir este sujeto un número cualquiera de horas, despestará sin tener conciencia del tiempo; no sabrá si es de día ó de noche, si ha dormido dos ó diez horas y si continuara eucerrado en tan horrorosa condición seguramente que perdería toda noción del tiempo transcurrido.

Esto parece demostrar que para tener idea del tiempo necesitamos términos de comparación que nos señalen el principio y el fin de fenómenos físicos, como la salida y puesta del sol, la campana horaria de un reloj, etc., pero, todos los fenómenos físicos solamente dan idea de lo que son intérvalos ó períodos de tiempo.

¿Qué es pues el tiempo?

Thiberghien, dice que el tiempo es la forma del mudar, pues que todo cambio ó mudanza se verifica bajo la forma del antes y del después, ó lo que es lo mismo, bajo la forma del tiempo. Pero yo digo, el antes y después señalan dos límites, y por consiguiente sólo nos dan idea de lo que es un período de tiempo.

El tiempo no es sólido, ni líquido, ni gaseoso, como dice el eminente Sanford Fleming, carece de forma y de sustancia, siendo inmaterial y no teniendo analogía ninguna con los objetos que hieren nuestros sentidos, es sin embargo susceptible de medida con la mayor precisión. Leibnitz, dijo, que el tiempo es un orden de sucesiones, y el espacio otro orden de cohexistencias; pero insisto en lo mismo, un orden de sucesiones señala solamente una suma de períodos de tiempo tan grande como se quiera, pero que comprende el tiempo antes y después de las sucesiones.

El tiempo no puede representarse por una suma por muchos y muy pequeños que sean los sumandos; mejor se comprende el tiempo bajo la forma de una línea en que *el instante actual* es un punto de la misma, el pasado es la parte de línea dextrórsum del instante actual, y el futuro es la parte de línea sinistrorsum del punto citado. Pero como que ignoramos el límite del pasado, y lo mismo podemos decir del límite del futuro, tenemos pues una línea infinita recorrida por un punto que es el *instante actual;* que por mucho que *corra* siempre está en la mitad de la línea, pues que ambos segmentos ó partes son infinitos; por más que aquí no cua-

dren las palabras segmento y parte que no son atributos del infinito, pero que he dicho para hacerme comprender.

Así como el punto geométrico no tiene extensión, tampoco el instante tiene duración y de la misma manera que la línea se compone de puntos sin extensión, el tiempo se compone de instantes sin duración, y no obstante no es fácil comprender el tiempo sin duración.

¿Qué es pues el tiempo?

El presente es punto y el pasado y el futuro son dos líneas infinitas. La división del tiempo en pasado, presente y futuro, se comprende no tan sólo con relación al tiempo, si que también con relación á un fenómeno que se cumple; así decimos: antes de tal cosa, en el acto de tal cosa, y después de tal cosa. De manera que en este caso el tiempo presente no es un instante, sino que es el intérvalo de tiempo que dura el acto ó fenómeno. Así decimos: la hora actual, el día actual, el año actual, y también el siglo actual; fenómenos astronómicos de larga duración relativa que tomamos como tiempo presente.

Podemos determinar la duración del tiempo presente por sus límites, pero no es posible determinar los límites lejanos del tiempo pasado y del tiempo futuro desde el momento que son infinitos.

Kant sostiene que el tiempo y el espacio no tienen más que una existencia subjetiva; que son formas de nuestro espíritu, y no cosas exteriores. Spencer dice que son dos cosas inconcebibles que no tienen ninguna existencia ni subjetiva ni objetiva.

Hasta ahora solo comprendemos el tiempo allí donde se verifican fenómenos físicos, y como que éstos son mutables resulta que sólo nos hacen comprender los períodos de tiempo. La inmutabilidad nos da la idea de la eternidad ó lo que es lo mismo el tiempo. Lo que es inmutable es eterno. Vulgarmente decimos que el tiempo pasa y esto no es exacto, el tiempo no pasa porque es inmutable, los que pasamos somos nosotros, pasan, se cumplen, ó se suceden los fenómenos físicos que nos dan idea de los períodos de tiempo, de las partes de un todo inmutable.

El ya mencionado Thiberghien, dice que el tiempo no es causa, no obra, no hace nada, sino que permite hacer todo lo que se hace. Cuando decimos que el tiempo trae los sucesos y que el tiempo da experiencia, queremos decir que los sucesos se producen bajo la forma del tiempo y que la experiencia se obtiene con el tiempo.

La inmutabilidad ó la eternidad son atributos que solo comprendemos en Dios. Por consiguiente el tiempo es sólo un atributo de la divinidad, y por ser ésta infinita resulta que el tiempo es infinito.

Así como en Geometría para poder resolver los problemas gráficos hacemos uso de líneas compuestas de puntos con extensión y consideramos segmentos de líneas indefinidas, que nuestra imaginación considera prolongadas al infinito; con el tiempo tomamos segmentos, ó partes, ó intérvalos que tienen duración; que son parte de un infinito que no conocemos ni comprendemos y que por consiguiente

nos es imposible poder definir. La inteligencia humana es infinitamente pequeña para que pueda comprender los infinitamente grandes atributos de Dios.

Schiller dijo: Por sobre del tiempo y del espacio, vuela un sublime pensamiento vivo; y si, en una eterna confusión todo incesantemente se agita, un espíritu sobrenatural dura á través de la confusión.

Trataré pues de estos períodos tiempo desde los más pequeños á los más grandes, uno de los cuales es la hora.

III

La historia de la medición del tiempo es tan antigua como la humanidad. Todos los pueblos desde el estado primitivo ó salvaje tuvieron idea de la medición del tiempo.

Esto es fácil de comprender. El movimiento aparente diurno del Sol presenta fenómenos de luz y de temperatura que afectan á todos los animales, ó más aún afectan á toda la Naturaleza, de manera que causan cambios que el hombre siente y observa forzosamente.

Los pueblos primitivos, particularmente los que vivieron en las zonas cálidas y templadas que pudieron pasar las noches al descubierto, apreciaron los primeros la hermosa regularidad del reloj astronómico que ofrecen los astros con sus movimientos periódicos. Arago dice que el Sol y la Luna son en el Cielo á manera de las agujas horaria y minutera de un reloj.

Si á los antiguos pueblos nomadas les bastó la división del tiempo en sólo día y noche, toda sociedad que empieza á constituirse y avanza en el camino penoso de la civilización, necesita dividir el tiempo en períodos iguales por medio de unidades sencillas tomadas de la Naturaleza.

El Sol y la Luna nos proporcionan cuatro unidades ó módulos para medir el tiempo.

El movimiento aparente diurno del Sol nos dá el *día*.

Las fases de la Luna, motivan el período *semana*.

La vuelta del novilunio es el fundamento del *mes*.

Y la vuelta de una misma estación ocasiona el período *año*.

Luego se dieron nombres á las diferentes partes del día, de la misma manera que ahora decimos mañana, tarde, amanecer y anochecer. Así por ejemplo, los romanos tenían el *ante lucen* (antes del día); *albente cælo* (á la blancura del alba); *ad lucen* (amanecer); *prima luce* (mañana), etc.

Los distintos aspectos que en el Cielo forman las constelaciones en los diferentes meses del año, á causa de la acelaración diaria de las estrellas, dió motivo para que los pueblos de la antigüedad dividieron la noche en períodos. Generalmente tomaron por término de comparación el orto de alguna estrella notable; así tenemos que en un sepulcro egipcio se encontró un calendario que da de 15 en 15 noches y por todo un año los ortos de trece estrellas que aparecían sobre el ho-

rizonte de Thebas desde el anochecer hasta al amanecer. Pero como que las estrellas están repartidas de una manera irregular según sus ascensiones rectas, resultaban las noches divididas en doce partes desiguales.

Largo sería enumerar los primeros pasos de la división del tiempo, en los diferentes pueblos de la anttgüedad; no es éste mi objeto. Pero no puedo menos que hacer notar que en el siglo XII antes de nuestra era, bajo la dinastía de los Hia, los chinos empleaban el método gnomónico para dividir el día en partes iguales y por la noche observaban los pasos por el meridiano de las siete estrellas principales de la Osa-Mayor, y las dos estrellas más brillantes de la Lira.

La sombra de los objetos motivó que se construyeran gnomones de toda forma y tamaño. Torres de Pagodas, pirámides y obeliscos, con inscripciones algunos de estos monumentos, quedan aún para demostrarnos que el objeto de su construcción fué la medición del tiempo en períodos señalados por las longitudes de la sombra, según la altura del Sol sobre el horizonte.

Luego se construyeron gnomones pequeños tal como los conocemos hoy con el nombre vulgar de relojes de Sol. Beronio, sacerdote de la Caldea, en el tercer siglo antes de nuestra era, inventó un instrumento gnomonico cuya parte principal era un semicírculo inclinado según la latitud geográfica, dividido en doce partes ú horas iguales. Esto demuestra que entonces ya se conocía la necesidad de una hora métrica, que solamente se obtenía de una manera aproximada y muda por medio de gnomones.

En Roma había guardianes en los gnomones públicos que á grandes voces anunciaban la hora; á manera del muezin mahometano, cuando desde el alto minarete de la mezquita anuncia á los creyentes la hora de la plegaria, en el orto y ocaso del astro del día.

La división del día en 24 horas es invención de los egipcios del tiempo de los Faraones. Principiaron por dividir el Zodíaco en cuatro partes por medio de los solsticios y los equinoccios, luego siendo demasiado grandes estas divisiones, cada una de ellas la dividieron en tres partes iguales, y por fin cada una de éstas la dividieron por mitad. Este es el sistema que se sigue hace más de 4000 años, que conserva la tradición y la rutina sin fundamento científico; no obstante parece que ahora bambolea para ser sustituído por otra división que tenga más analogía con los otros modulos de medida.

Pronto los pueblos civilizados sintieron la necesidad de poseer un instrumento que les indicara la medida regular del tiempo lo mismo de día que de noche; pues los gnomones no funcionan cuando no luce el Sol, y las observaciones de las estrellas no estaban al alcance de la inteligencia del pueblo, ni tampoco era un método práctico.

La *clepsidra* fué una feliz invención. Sencillo y modesto instrumento que ha prestado muy grandes servicios y los presta aún á pesar de su antigüedad.

Lo mismo que el gnomon, es imposible saber la fecha de la primera aparición de la clepsidra. Se sabe por documentos traducidos por los P.P. Jesuitas que

Tcheou-Li, soberano chino que reinó doce siglos antes de nuestra era, dió una descripción completa de este antiguo instrumento. Estaba dividido en 100 partes iguales llamadas *Khé,* correspondiendo un intérvalo de $14^m\ 24^s$ para cada *Khé.*

Las primeras clepsidras fueron muy originales y diferentes de las que usamos ahora. Se componian de una copa agujereada en su fondo, colocada dentro de un recipiente lleno de agua, la que introduciéndose por el orificio hundía lentamente la copa hasta que caía al fondo. En aquel instante el hombre de guardia vaciaba la copa, colocándola nuevamente en el recipiente, empezando un nuevo periodo de tiempo. Los Mongoles usan aún este instrumento, cuyo periodo es de $24\ ^1/_2$ minutos, llamado *garí*; por consiguiente el día se compone de 64 *garís.*

Luego las clepsidras se fundaron en el tiempo que necesita un líquido para pasar de un recipiente á otro, ó para descender en un tubo. La ampolleta de arena ha sido, y es aún la clepsidra más usada. Huelga describirla pues que todos la conocemos.

Fácil es comprender que pueden construirse clepsidras que señalen diferentes periodos de tiempo. Antes de la invención de los relojes mecánicos se usaron las clepsidras de una hora, teniendo que estar un hombre de guardia para que al caer el último grano de arena volviera al momento la ampolleta.

Dice la historia que el califa de Bagdad, Haroun al Raschid, regaló á Carlomagno una clepsidra de mucho ingenio y gran riqueza.

Aún usando clepsidras de 4 horas, que eran los únicos relojes de las naves de Gama, Colón y los marinos de aquella época famosa, era imposible determinar la hora y por consiguiente la longitud geográfica, ni siquiera aproximadamente. Así andaban los navegantes perdidos por el oceano, que indudablemente guarda el secreto de muchos precursores de aquellos insignes descubridores de las Indias orientales el primero y de las Indias occidentales el segundo. Véase como muestra la siguiente narración que dejó escrita un marinero de Gama: (1)

«El Cabo que habíamos de doblar ya lo teníamos por la popa sin verlo. El »tiempo era horroroso, las carabelas saltaban por sobre verdaderas montañas de »agua. El Capitán oyó que murmurábamos, diciendo que era tentar á Dios haber »llegado hasta las puertas del infierno. Por más que el Capitán hizo todo lo posi»ble para convencernos no pudo vencer nuestra resistencia, viéndose obligado á »virar de bordo. Y cuando estábamos ya de vuelta para Portugal, entonces des»cubrimos el Cabo, en cuyo alrededor siempre están desencadenados los elemen»tos; creimos que allí estaba verdaderamente la puerta del infierno. Bartolo Diaz »como nuestro Capitan exclamaron con tristeza, *el Cabo de las tormentas.*»

Hoy usan las clepsidras de 30 y 15 segundos los buques veleros para determinar las millas navegadas con la corredera antigua; las usan también los regantes de las huertas de Valencia y algunos conventos de monjas, para determi-

(1) Documento auténtico publicado por M. Pinheiro Chages.

nar las horas de rezo, pero pronto la clepsidra pasará á la historia sustituída por el reloj mecánico.

El inventor del primer reloj mecánico con pesos, parece que fué un monje llamado Pacificus (1) que vivió en el siglo IX.

A principios del siglo XII tenía relojes mecánicos la abadía de Citeaux.

El primer perfeccionamiento que tuvieron los relojes fué un volante horizontal con movimiento alternativo.

El rey Alfredo de Inglaterra empleaba para medir las 24 horas del día seis cirios de doce pulgadas de largo; cada uno duraba cuatro horas y se gastaba á razón de tres pulgadas por hora. Al concluirse uno de ellos al momento se encendía otro. Este procedimiento de medir el tiempo por medio de velas encendidas se usó en los monasterios, y quizá la costumbre actual de celebrar en los templos las solemnidades con mucha iluminación de cirios, tiene aquel fundamento, conservado ahora para demostrar á los mortales que la vida puede, en cierto modo, compararse á una vela encendida que se gasta contínua mente.

El famoso almirante Alonso de Santa Cruz en su memoria sobre la manera de hallar la longitud geográfica, dice el sabio Navarrete, aconsejó arreglar los relojes á 24 horas precisas, é inventándolos de muchas maneras: unos con ruedas de acero y sus cuerdas y pesas, otros con cuerdas de vihuela y acero, otros de arena como las ampolletas, otros con agua en lugar de arena, otros con vasos grandes llenos de azogue y otros en fin muy ingeniosos en que por medio del viento se movía cierto peso y con el la cuerda del reloj, ó ya con el fuego por medio de unas mechas empapadas de aceite y encendidas y tan iguales que su duración fuese de 24 horas.

Santa Cruz en 1572 nos dá idea del principio de los relojes mecánicos con ruedas de acero y pesas, pero tan deficientes serían que el mismo dice: *por vía de relojes será dificultosa cosa el saber de la longitud con la precisión que se requiere.*

Es demostración del atraso en que estaban los hombres de ciencia en los tiempos de Santa Cruz, en lo referente á la medición del tiempo, que el cosmógrafo Medina en su *Arte de Navegar*, hablando de la división del día y de la noche, dice que cuando canta el gallo es la tercera parte de la noche. Original manera de contar el tiempo.

Tycho-Brahe á últimos del siglo XVI tenía cuatro relojes mecánicos, el mayor de los cuales con tres ruedas, pero su movimiento era tan irregular, que el sábio astrónomo prefería usar clepsidras de mercurio. Estos antiguos instrumentos se llamaron relojes en los siglos XV y XVI, y á ellos seguramente se refiere Goro en su tratado *Della sfera*, cuando dice:

---

(1) De Maffei veronía illustrata. 1731. Parte II. Art. Pacificus.

Bisogna l'orologio per mirare
Quante ore con un vento sieno andati
Et quante miglie per ore arbitrare
Et troverán dove sono arrivati.

Los precursores del maravilloso cronómetro fueron los famosos huevos de Nuremberg, imperfectos relojes con muelle de acero que solamente tenían la aguja horaria y afectaban la forma ovoide; habiendo hecho su primera aparición á últimos del siglo xv en la mencionada ciudad de Alemania.

Sarctorio en 1612 imaginó colocar un péndulo á un contador de relojería. Lo mismo hizo Vicenzo hijo del gran Galileo fundándose en los descubrimientos de este. El reloj de péndulo que construyó se conserva en el museo de Florencia.

Huighens hizo dar un gran paso de adelanto á la relojería mecánica con la aplicación del escape, fundando una nueva era para poder medir el tiempo con continuidad y una exactitud de dos segundos de aproximación. Con este adelanto al momento se le ocurrió á Huighens que si los buques llevaran péndulos que señalasen la hora del puerto de salida obtendrían fácilmente la longitud. En su obra *Horologium oscillatorum* esplica los resultados de las experiencias hechas por el capitán escocés Holmes en su viaje á la isla de San Thomas en el que el péndulo dió un buen resultado, pues mientras el trabajo de estima situaba el buque cerca de la isla Barbada, el péndulo acusó una longitud cercana á las islas de Cabo Verde, de donde en efecto distaba 30 millas. El Duque de Beauford determinó también, con relativa exactitud la longitud de varios puertos del Mediterráneo por medio del péndulo. Pero el mismo Huighens comprendió la imposibilidad de colocar convenientemente un péndulo á bordo. En los últimos años de su vida estudió la manera de perfeccionar su idea y llegó á publicar una monografía obscura é incomprensible escrita en forma logogrífica.

Con el vuelo que tomó la navegación después de descubierto el océano Pacífico, se hizo necesario tener un reloj que señalara con exactitud el tiempo medio.

Felipe III de España en 1603, prometió un premio de 6,000 ducados de renta perpétua al que descubriese el método para conservar la hora del puerto de salida, con objeto de determinar la longitud.

En 1634 los Estados de Holanda, en su afán de ser primera potencia marítima, ofrecieron 100,000 libras, para el mismo objeto.

En 1714 el Parlamento inglés, instituyó también para igual fin un premio de 20,000 libras esterlinas, que ganó en 1749 el relojero inglés Jhon Harrison, verdadero fundador de la cronometría. En su máquina un muelle espiral reemplaza al péndulo, procedimiento que indicó Huighens en 1675. Este muelle cambia de longitud según la temperatura, que se procuraba mantener constante por medio de una lámpara.

En 1754 los relojeros franceses Berthoud y Le Roy publicaron, casi simultáneamente, dos memorias esplicando el cronómetro. El segundo es el verdadero

inventor del isocrononismo en el movimiento del reloj. He aquí lo que dice en su memoria: «En todo resorte de suficiente longitud hay un punto en que todas las »vibraciones grandes y pequeñas son isocronas; hallada esta longitud del muelle, »si la disminuimos las grandes vibraciones serán más rápidas que las pequeñas, »si al contrario la aumentamos, se concluirán los pequeños arcos en menos tiempo »que los mayores.»

En 1775 Berthoud publicó su *Traité des horloges marines,* en el cual dió la descripción de un nuevo reloj, en el que, renunciando sus viejas teorías, aplica al volante el sistema de compensación por las láminas bimetálicas, que se usa aún.

Podemos afirmar que la necesidad de tener la longitud geográfica con exactitud, motivó el adelanto de la cronometría. Antes de la invención del cronómetro el hombre no conocía el planeta que habitaba. Bien determinada la coordenada latitud, en cambio en el sentido de la longitud había errores enormes. Así por ejemplo, á mediados del siglo XVIII en la situación de las Azores había cuatro grados de error al Este según unos y dos y medio grados al W. segùn otros. Las longitudes del Asia oriental discrepaban muchísimos grados de la realidad. Todos estos errores desaparecieron al saber con exactitud la hora del primer meridiano que nos dá el cronómetro.

IV

Generalmente tanto los péndulos como los cronómetros se arreglan al tiempo medio ó al tiempo sídereo.

Sabemos que día sídereo es el tiempo transcurrido entre dos pasos consecutivos del primer punto de Aries por el meridiano; y se divide en 24 horas sidereas. En igual periodo de tiempo la Tierra cumple una revolución sobre su eje considerado, y como que este movimiento rotatorio es regular, resulta que los días sídereos son iguales y por consiguiente también lo son las horas sídereas.

Pero el hombre, que con la moderna cuenta horaria de 24 horas parece quiere disminuir la importancia del Sol; necesitó inventar un Sol ficticio para tener un sistema horario regular y adecuado á las conveniencias y necesidades de la vida social; pues que el Sol verdadero con su movimiento aparente produce días desiguales, y así ha de ser por maravilla matemática de una de las tres leyes de Keppler.

Día verdadero es el tiempo comprendido entre dos pasos del Sol verdadero por el meridiano.

Día medio es el tiempo que transcurre entre dos pasos del Sol medio por el meridiano. Ambos días se dividen en 24 horas, con la diferencia que las horas verdaderas son desiguales y las horas medias son regulares.

La diferencia que que hay entre los dos dias medio y verdadero es distinta cada día, y toma el nombre de *Ecuación de tiempo*; es la diferencia que existe entre los relojes de Sol y los relojes mecánicos arreglados.

La diferencia entre el día medio y el día sidereo es una cantidad constante, llamada *Aceleracinn de las fijas.*

Los péndulos y cronómetros sidereos se usan en los observatorios astronómicos Para los usos de la vida social y para la determinación de la longitud geográfica, se usan generalmente los relojes arreglados al tiempo medio.

Un péndulo ó cronómetro debe señalar 24^h ó 86,400 segundos en un día medio, pero no los señala por muy bueno que sea. (1)

Todo reloj es una máquina, y como tal está sujeta á imperfecciones de orden diferente, así es que su movimiento dista mucho de ser regular, adelantando unas veces y atrasando otras respecto del tiempo medio.

Día cronométrico es el tiempo que necesita la aguja horaria para dar dos vueltas enteras. Este día se compone de 24^h desiguales.

Los relojes están construídos para dar el movimiento uniforme, pero á causa de las perturbaciones debidas al mecanismo y á otras perturbaciones ocasionadas por causas externas, el movimiento resulta irregular.

En los cronómetros M. E. Gillaume ha realizado recientemente un notable adelanto para obtener una buena compensación. Todos los cronómetros tienen el error secundario descubierto por Dent en 1833, que consiste en que un cronómetro compensado para dos temperaturas distintas determinadas, no queda compensado para ninguna otra temperatura. Así por ejemplo, con un volante de acero latón y una espiral de acero, un cronómetro que tenía un movimiento regular á cero y 30 grados centígrados, avanzó de 2 á 2 $^1/_2$ segundos sujeto á la temperatura de 15°, y retardó bajo los cero grados y más allá de los 30°. Pues bien, M. Guillaume demuestra que con el empleo del acero nikelado se pueden compensar las variaciones de elasticidad de la espiral con un volante de forma común. También demuestra que siendo muy débil la dilatibidad media del acero-nikel se ha podido, asociándolo al latón, emplearlo en láminas más cortas y más robustas. La forma definitivamente adoptada consiste en cuatro láminas iguales que salen simétricamente de los dos extremos de los brazos del volante, y están cargadas de masas iguales. De esta manera la acción de la fuerza centrífuga es perfectamente simétrica.

Como causas exteriores que perturban el movimiento cronométrico, tenemos la resistencia del aire que lo retarda, luego causan también su efecto nocivo la electricidad, el magnetismo y la humedad; he aquí porque no deben colocarse los

---

(1) Para que un reloj señale 86,400 segundos en un día medio no hay más que hacer variar la duración T de las vibraciones en la fórmula

$$T = \pi \sqrt{\frac{I\,L}{E}}$$

En la cual I representa el momento de inercia del volante; L representa la longitud del espiral y E su momento de elasticidad; y esto se consigue haciendo variar I por medio de los tornillos colocados en los extremos de los dos brazos del volante.

cronómetros cerca de alambres eléctricos y hay que procurar que las cajas en donde van encerradas tan sensibles máquinas cierren herméticamente y tengan la llave unida á la caja para que no entre aire húmedo por ningún orificio.

A todas estas contrariedades hay que añadir tanto en los cronómetros como en los péndulos los defectos de instalación. La buena solución sería tener estas máquinas en parajes en donde no sufran vibraciones ni cambios de temperatura, condiciones que no es tan fácil obtener.

De todo lo dicho resulta que un reloj que ha de indicar 86,400 segundos de tiempo medio en un día medio, señala más ó menos segundos, debida la diferencia á la suma de perturbaciones que he mencionado antes. Y como que estas perturbaciones obran con diferente intensidad en las distintas horas del día y de la noche, tenemos como consecuencia que todas las horas cronométricas son desiguales.

La bondad de un reloj consiste en que su movimiento se acerque lo más posible á la regularidad aunque no coincida con el tiempo medio, así por ejemplo: un cronómetro que adelantara cada día diez segundos sería magnífico, pero la relojería no ofrece aún esta regularidad por la sencilla razón que los agentes perturbadores cambian contínuamente.

Así como el movimiento diario se compone del promedio de los movimientos distintos que ha tenido la máquina en un día medio, análogamente se llama movimiento medio al promedio de los diferentes movimientos diarios medios en un período de tiempo de observación.

Un péndulo de construcción superior sentado sobre una columna de granito aislada, dentro de un subterráneo construido con gruesas paredes de sillería, puede darnos la hora con error despreciable, pero para obtener igual resultado con el cronómetro, son precisos al menos tres de estos instrumentos, instalados también con todas las condiciones necesarias para que no sufran diferencias termométricas ni higrométricas.

No es tan fácil obtener la hora con exactitud, ni aún con la aproximación que muchos creen.

Cada vez que se limpia un péndulo ó un cronómetro, cambia su movimiento y como que es conveniente renovar el aceite cada cuatro años como máximum, tenemos que cada periodo entre dos cambios de aceite, forma un ciclo de estudio especial, pues según el sabio M. Mouchez, autoridad en estos asuntos, la aceleración que tiene el movimiento después de limpiado, es variable de signo y de valor con el tiempo.

También las variaciones de los movimientos son proporcionales á las variaciones de temperatura y por fin en algunos relojes la eficacia de la compensación varía con el tiempo.

Un sabio y acreditado cronometrista inglés me dijo que suponiendo la construcción de 100 cronómetros en el mismo taller, por los mismos operarios, con igual material y en idénticas condiciones; sólo resultaban, por ejemplo, 20 cro-

nómetros de primera; otros 30 calificados de buenos y los restantes solamente aceptables; y habiendo algunos de ellos que antes de dar buen resultado eran la desesperación de los artistas, que les costaba mucha paciencia y gran trabajo encontrar la causa de la perturbación del movimiento.

He aquí porque en todos los observatorios oficiales se han estudiado fórmulas para la clasificación de los cronómetros.

En Francia se sigue el siguiente procedimiento: Se observa el movimiento á cero y á 30 grados centígrados durante dos periodos de 5 días. Luego se observa el movimiento con la mitad del muelle motor desarmado, como prueba de isocronismo y por fin se observa el movimiento con el cronómetro inclinado 25° y teniendo las XII en la parte inferior; luego las VI, después las III y por fin las IX. El número de clasificación se llama N, y es igual á

$$N = A + B + \frac{I}{2} + \left(C \text{ ó } \frac{F}{2}\right)$$

A, representa la diferencia de los movimientos extremos con la temperatura del ambiente.

B, es la diferencia máxima de los movimientos sucesivos á esta misma temperatura del ambiente.

I, es la mayor diferencia del movimiento durante la prueba de isocronismo.

C y F, representan las mayores diferencias de cada movimiento en alta ó en baja temperatura, con los movimientos contiguos observados á la temperatura ambiente.

Estos coeficientes tienen los siguientes límites:

$A < 2^s5$; $B < 1^s$; $C < 2^s5$; $F < 3^s5$; $I < 3^s$

Los cronómetros en los que $N < 6^s$ son aceptables; aquéllos en que $N < 5^s$ el Gobierno los compra por 2100 francos; y cuando $N < 4^s$, el Gobierno concede además una prima de 1200 francos.

En Inglaterra la fórmula de clasificación de los relojes es:

$$A + 2\,B.$$

en la que A indica la diferencia entre los movimientos máximo y mínimo, durante el período de observación.

B, representa la mayor diferencia de movimiento en dos decadas consecutivas.

Los cronómetros se sujetan por decadas á las temperaturas consecutivas de 5 en 5 grados, desde + 5° á + 30° centígrados.

Un cronómetro se declara *muy bueno* si $A + 2\,B < 20^s$. Se clasifica como *bueno* si $A + 2\,B < 30^s$ y solo se considera *admisible* cuando $A + 2\,B < 40^s$.

En Alemania se sigue la fórmula del Doctor Borgen

$$A + 2\,B + C$$

en la que A es la diferencia entre el movimiento isotermo mayor y el menor, representando el error de compensación.

B, significa la mayor diferencia de dos movimientos consecutivos y representa la tendencia del reloj á dar *saltos* de movimiento. Y por C se entiende la aceleración diaria, que se calcula tomando el promedio de las aceleraciones observadas entre los grupos de movimientos isotermos.

Si $A + 2B + C < 2^s5$, el cronómetro es considerado de 1.ª clase:

Si $A + 2B + C < 3^s5$, se considera como de 2.ª clase; y si $A + 2B + C < 5^s5$ la calificación del reloj es de 3.ª clase.

Parece indudable que la electricidad será la fuerza motriz del porvenir; sus aplicaciones son ya en número inmenso y admirables, era natural pues que se aplicara también á la relojería. Y así se ha hecho con tan maravilloso ingenio que podemos decir que satisface todos los deseos: movimiento sin tener que dar cuerda, esto es, sin pesos ni muelles; sincronismo del péndulo; ajuste de la hora y transmisión del movimiento de un regulador á cuadrantes receptores.

Además, con el sistema de movimiento de báscula de M. Hipp no hay necesidad de lubrificar con aceite, efectuándose los contactos por medio de cuchillos de platino-iridium al 40 p.°/o

El resultado obtenido empleando esta disposición ha hecho decir al eminente M. Hirsch: «Este mecanismo ha llegado á un grado de regularidad de movimiento »que casi alcanza los límites de la precisión instrumental y fisiológica, pudiendo »determinar la hora con una precisión tal, que la variación diurna media alcanza »solamente tres centésimas de segundo».

Un regulador de Hipp, como el que hay en el Observatorio de Neuchâtel da 15.768,000 oscilaciones de cado lado en un año y puede resistir ó funcionar setenta millones de oscilaciones sin que los contactos sufran lo más mínimo por rozamiento. Todos los órganos del reloj de Hipp están encerrados dentro de una caja de cristal en la que se ha enrarecido el aire hasta la proximidad del vacío.

Un péndulo en estas condiciones da la hora *casi* exacta, aún para las exigencias de la Astronomía.

En general, tanto los péndulos como los cronómetros indican solamente los medio-segundos que señala la aguja correspondiente y además pueden contarse al oído por los golpes del escape. Pero el medio segundo de tiempo es una aproximación grosera para ciertas observaciones; así es que el reloj se pone en comunicación con el cronógrafo que en su tambor de revolución nos indica las centésimas de segundo transcurridas desde la última unidad de esta especie.

Como se comprende por estos datos parece que el ingenio humano ha llegado al límite del progreso para determinar con exactitud la hora con los relojes de péndulo, distando aun mucho de dar los mismos magníficos resultados los cronómetros con regulador de volante y espiral.

V

Como he dicho, y sabemos todos, el hombre ha ideado máquinas que dan el movimiento uniforme para medir el tiempo, tomando por fundamento la duración del día sidéreo ó lo que es lo mismo el tiempo de una rotación terrestre. Pero resulta que ninguno de los movimientos de nuestro planeta es perfectamente regular por causa de las muchas perturbaciones que sufre de los otros astros, y se supone con bastante fundamento que la duración de los días aumenta, aunque en cantidad pequeñísima.

Es una gran verdad que la perfección tal como la entendemos no existe en el mundo. Así resulta que las unidades absolutas del sistema C. G. S, no poseen el carácter de rigurosa exactitud que sería de desear. El centímetro dista mucho de ser la mil millonésima parte del cuadrante elíptico de la Tierra y este error lleva su inexactitud al gramo. Las modernas observaciones complican cada día más el conocimiento de la forma y movimientos del planeta que habitamos; por consiguiente si la duración del día es variable, del mismo carácter participan sus múltiplos y divisiones. El distinguido catedrático de la Escuela de Ingenieros industriales, D. José Mestres y Gómez dice con mucha razón en uno de sus luminosos escritos: «Cuando la ciencia del porvenir haya determinado con rigurosa exac»titud la masa absoluta de un átomo material de tal ó cual cuerpo elegido como »unidad, y si llegado este caso, la delicadeza de los medios empleados permite cal»cular la longitud y el período de la onda luminosa de un cierto cuerpo cuyas ra»yas espectrales estén perfectamente determinadas, entonces si que podremos »vanagloriarnos de tener un instrumento de mediciones perfecto, y que con razón »merecerá el dictado de absoluto».

El inolvidable Padre Sechi ya pretendió sacar de las ondas luminosas el metro de longitud.

Si de la unidad día pasamos al año, resulta que el año trópico disminuye $0^{s}539$ por siglo. Según el gran Le Verrier el año al principio de la era cristiana contaba $10^{s}244$ más que el año actual.

De la misma manera que el hombre ideó el día medio inventando un Sol artificial, también ideó un año que comprende un número justo de días.

Los egipcios tuvieron un año de 12 meses, y estos de 30 días cada uno, añadiendo al último mes 5 días llamados *epagomenas*. El año griego fué en su principio de 354 días, iguales á 12 lunaciones; aumentándolo después hasta 365 días.

En Roma, cuando su fundación, el año comprendía solamente 304 días. Luego los pontífices añadieron un mes de 30 días; lo que aumentó la confusión pues los mismos meses no correspondían á iguales estaciones.

45 años antes de nuestra era, Julio César fijó el valor del año en 365 días y un cuarto, conservando la fracción para añadir un día cada cuatro años, después

del día sexto Calendas Martii y he aquí porqué estos años de 366 días se llaman bis-sextos ó por corrupción *bisiestos*.

Pero el año Juliano difiere del año trópico 11 m 14 s 494, que cada cuatro siglos suman 3 días 2 h 56 m 37 s 6. Pronto se notó la divergencia entre los dos años, de manera tal que en el siglo XVI los errores acumulados sumaban diez días. El Sumo Pontífice Gregorio XIII por indicación de los PP. del Concilio de Trento y auxiliado por el médico napolitano Lilio, estableció el año llamado gregoriano, que usamos aún, y se compone de $365 + \frac{1}{4} - \frac{3}{400}$ días, igual á 365'2425 días.

Pero este año difiere aun del año trópico en la pequeña cantidad de 26 s 494 por exceso, que acumulada en mil años compone 7 h 21 m 34 s y en 3261 años es igual á 23 h 59 m 56 s 934, ó lo que es lo mismo, un día menos 3 s 066. Esta corrección es la que tendrán que aplicar los hombres del siglo IL.

Los mahometanos y los israelitas siguen un sistema lunisolar para contar el tiempo; los días se refieren al movimiento diurno, pero los años comprenden un número justo de lunaciones.

La división del año en meses no tiene fundamento astronómico. La primitiva Roma tuvo un año de 10 meses, llamados Martius, dedicado á Marte, siguiendo Aprilis, Maius, Junius, Quintilis, Sextilis, September, October, November y December. Numa Pompilio añadió los meses de Januarius, dedicado á Jano y Febrarius ó mes de las expiaciones, con lo cual resultan los meses de nuestro calendario con la diferencia que el mes Quintilis se transformó en Julius, para perpetuar la memoria de Julio César y el mes Sextilis cambió su nombre por el de Augustus en honor del primer emperador romano.

La revolución francesa en su afán de reformarlo todo, dió buenas notas científicas, y, sin duda alguna, una de ellas es la reforma del calendario dando á los meses nombres apropiados á la física del globo en cada mes. Entiendo que es más lógico para los cristianos llamar Thermidor ó mes del calor al de Agosto, que no designarlo con este nombre de un césar pagano. El calendario republicano francés, muy científico tratándose de los climas propios al mediodía y centro de Europa no sirve para otras latitudes. Así por ejemplo el mes Fructidor ó de las frutas que corresponde á Septiembre, en el otro hemisferio coincide con la época de la floración ó primavera, que allí habría que llamar *Germinal*. Esto demuestra que los nombres de los meses en los dos hemisferios tendrían que ser opuestos ó diferir de seis meses lo que indudablemente originaría confusión. Falta pues una nueva nomenclatura científica para indicar los meses.

No menos paganos son los nombres de los días de la semana. Los antiguos astrónomos creyeron que el orden de distancias de los planetas á la Tierra era el siguiente: Sol, Venus, Mercurio, Luna, Saturno, Júpiter y Marte. La primera hora del primer día ó domingo se consagró al Sol; la segunda hora se consagró á Venus; la tercera á Mercurio y así siguiendo, y veremos que la primera hora del segundo día corresponde á la Luna; la primera hora del tercer día corresponde á

Marte y analogamente en los otros días, la primera hora respectiva corresponde á Mercurio, Júpiter, Venus y Saturno. De este orden tan original tomaron los nombres que el calendario señala á los dìas de la semana.

Para medir el tiempo no basta contar los intérvalos, sino que es preciso determinar sus principios con toda exactitud. Esto se verifica hoy gracias á los instrumentos de precisión y cálculos de Astronomía, pero como los hombres de la antigüedad no disponían de estas ventajosas condiciones resulta una gran confusión en el principio de los períodos históricos.

Sabemos que se llama *Era* un cierto instante fijo y convencional, desde el cual se empiezan á contar los tiempos sucesivos. Existen tantas *eras* como hechos culminantes en la historia.

Los calendarios juliano y gregoriano toman por *Era*, ó principio del período ó cuenta, el momento de la venida al mundo de N. S. Jesucristo. Pero ignoramos completamente el año en que tuvo lugar este hecho tan notable para nosotros, pues que pasó inadvertido de los romanos y judíos y en lucha contínua los discípulos de la nueva doctrina en los primeros tiempos de su existencia, no se cuidaron de formar calendario propio. Así transcurrieron cinco siglos, hasta que en 532 un monje llamado Denis ó *Dionisius exiguus*, por ser muy pequeño, propuso que se formara la era cristiana, suponiendo que el nacimiento del Redentor acaeció el día 25 de diciembre del año 753 de la fundación de Roma, de manera que el 754 fué el primero de nuestra *era*. Pero no tan sólo existe una incertidumbre de cuatro años respecto el nacimiento de N. S. Jesucristo, si que también la hay en la fecha de la fundación de Roma. Y, como consecuencia no menos dudas existen respecto los principios de las eras judaica y mahometana.

Por estos datos, expresados ligeramente para no molestaros, se comprende que no tenemos ningún principio de *era* exactamente determinado; pudiendo confiar solamente para la cuenta del tiempo en la medida de la duración de los períodos astronómicos, cuyo principio y fin son dos fenómenos instantáneos.

VI

En todo cuanto se refiere al tiempo hay dudas y confusiones, basta recordar como muestra la apasiouada polémica que se movió en revistas y períodos sobre si el año 1900 era fin ó principio de siglo. Otro de los problemas que ha motivado mayor número de discusiones es el de la fecha cosmopolita relacionada con la elección del primer meridiano.

La Tierra, considerada como una esfera, tiene un movimiento regular de rotación, sin que ningún fenómeno físico señale en el mismo globo el principio de cada rotación; he aquí porque todos los meridianos terrestres pasan por delante de todos los astros en cada revolución, y que el principio de cada una de éstas puede considerarse en cualquier instante; pues que deshechada la teoría de los

tres ejes de revolución para la Tierra, todos los meridianos se consideran iguales como líneas geométricas.

El principio de las horas, ó mejor dicho el principio del día es cuando el Sol está en el antimeridiano del observador, por lo tanto el principio del día civil no se verifica en el mismo momento para todos los habitantes del globo, sino que para un mismo instante son las 24 horas distintas para 24 meridianos equidistantes 15º unos de otros; esto es, siempre es mediodía, siempre es media noche, siempre son las 4 y siempre son las 14 y así todas las horas en meridianos diferentes.

Pero no resulta lo mismo con las longitudes que se cuentan á partir de un meridiano fijo; así resulta que para la cuenta de la hora local hay infinitos puntos iniciales, pero para la cuenta de las longitudes solo existe un punto inicial ó primer meridiano. No es cosa de hacer aquí la historia de los primeros meridianos; es muy sabida y huelga ahora completamente desde que el Congreso que se celebró en Washington para elegir un primer meridiano común á todas las naciones, aprobó las siguientes conclusiones:

2.ª La Conferencia propone á los gobiernos representados en el Congreso la adopción del meridiano que pasa por el centro del anteojo meridiano del Observatorio de Greenwich, para magistral de longitudes.

5.ª El día universal será un día solar medio: empezará para todo el mundo á partir de la media noche del primer meridiano coincidente con el inicio del día y de la fecha civiles en dicho meridiano y deberá ser contado de cero á 24 horas.

España votó en favor de la primera conclusión y en contra de la segunda, y, cosa rara, todavía no ha adoptado oficialmente el meridiano que votó y en cambio por Real Decreto de 26 de julio de 1900 se manda seguir la hora y fecha cosmopolita, á las que no dió su voto.

La menor unidad natural de tiempo es el día, determinada por un fenómeno regular astronómico, pues las subdivisiones en horas, minutos y segundos son hijas de la voluntad humana, tanto es así que no todos los pueblos han dividido el período diurno en 24 partes iguales.

Se trata ahora de dar una división decimal al día. Muchos proyectos se han publicado encaminados á resolver este problema de una manera práctica y sencilla, habiéndose conquistado muchos adeptos el del ingeniero de minas de la vecina república M. I. de Rey-Pailhade, que consiste en dividir el día en cien partes que se llaman *Ce*, con los submútiplos *Decice, Centicé* y *Millicé* equivalentes respectivamente á $14^m\ 24^s$; $1^m\ 26^s4$ y 0^s864 de nuestro sistema sexagesimal. Considerando que el ángulo está intímamente ligado con el tiempo se divide también el círculo en cien partes iguales que toman el nombre de *Cir*, con los submútiplos *Decicir, Centicir, Millicir* y *Demicir* que respectivamente tienen por valor sexagesimal; 3º 36′; 21′36″; 2′16″; 12″96 y 1″296 ó también valen en kilómetros: 400, 40, 4, 0'4 y 0'04 respectivamente. Con este sistema tan original resultaría que el Sol aparentemente recorrería en el Ecuador un *Cir* durante un *Cé*; un *Decicir* en un *Decicé*, etc.

Así como la división decimal del círculo es ya un hecho de la Geodesia y la Astronomía, construyéndose instrumentos y publicándose libros según el nuevo sistema; será bastante difícil sustituir la actual división del día por otra cualquiera, considerando que, esta es una modificación que no afecta á los sabios solamente, sino que altera las costumbres populares que están siempre muy aferradas á la tradición. En las Academias se opina que, todo lo más, por ahora al menos. se podrá sustituir la división actual del día por otra en la cual se conserven las 24 horas tradicionales, pero que cada hora se divide en 100 m y cada minuto en 100 segundos. Este sistema tiene el inconveniente que ninguna de sus unidades corresponde con las de la división centesimal del círculo.

Como he dicho antes, por Real Decreto de 26 de julio de 1900 se mandó que desde el primero de enero del año actual, rigieran en España las horas y fechas cosmopolitas, iniciándose el día y la fecha en el antimeridiano de Greenwich y contándose el día de cero á 24 horas.

La idea de los congresistas de Washington, así como la de todas las Corporaciones científicas que han tratado este asunto, es que el día cosmopolita contado hasta las 24 horas se impone para mayor sencillez en las correspondencias oficiales, la telegrafía y los ferrocarriles que suprimen ahora en sus guías las palabras mañana, tarde y noche que se prestaban á confusión para mucha gente. Pero esto no es óbice para que en la vida íntima del pueblo se siga contando en horas de mañana y tarde ó ante-meridiano y post-meridiano, método tradicional, sencillo y lógico, pues que está dictado por el fenómeno astronómico que más afecta nuestros sentidos y no hay que darle vueltas, que por muchos sistemas horarios que invente el hombre, siempre el Sol gobernará los usos domésticos, paseando de una manera muda pero invariable sobre la superficie del globo el círculo máximo de iluminación que produce los días y las noches, esto es, la luz y la oscuridad, dictando las horas del trabajo y las del descanso.

He aquí porque la Conferencia de Washington, con muy buen acuerdo, aprobó la siguiente proposición presentada por el sabio Sr. Rutheford: «La Conferen-»cia propone la adopción de un día universal que no impida el uso de la hora lo-»cal ó de otra hora normal que parezca deseable para todos los fines que se con-»sideren oportunos».

En nuestra Barcelona hemos tomado la cosa muy seriamente, y, cosa rara, aquí donde se discuten y se hace oposición á sabias leyes, el Real Decreto modificando la cuenta del tiempo ha venido tan á gusto, quizá por moda, que en todos los relojes públicos y particulares, grandes y chicos, se han pintado las 24 horas, por si distraídos no recordamos, por ejemplo, que las cinco de la tarde corresponden á las 17 horas de la nueva cuenta.

VII

Los cronómetros y todos los instrumentos de medir el tiempo señalan con la mayor regularidad divisiones iguales; esto es, horas, minutos y segundos. Pero

con referencia á este misterioso tiempo todos los días, así como todas las horas, son iguales. Son segmentos iguales de una línea indefinida.

El reloj nos señala la hora de un día, pero no nos indica á que día pertenece aquella hora. El módulo día es de caracter astronómico independiente de la voluntad humana. En cambio la fecha es arbitraria. La cuarta parte del día, que llamamos seis horas, es exactamente la cuarta parte de la revolución aparente del Sol medio para todos los pueblos, sin que pueda haber ninguna alteración; pero si hoy, por ejemplo, es lunes del mes de Octubre del año 1901, tanto el día de la semana, como el mes del año, como el año de la época, son términos de comparación arbitrarios por depender de la voluntad humana, y tanto es así, que no todos los pueblos se rigen por el mismo calendario.

El principio de fecha ha preocupado siempre á los hombres de ciencia, pues aun hoy día, á pesar del vigente reglamento internacional de fechas cosmopolitas, nadie sabe aun en que paraje del goblo está el inicio de las fechas. Los españoles de Magallanes llevaron al Pacífico una fecha atrasada relativamente, por haber navegado de levante á poniente; y los portugueses de Vasco de Gama llevaron á los mismos archipiélagos un día de relativo adelanto por haber efectuado el viaje de poniente á levante; originándose una fecha de diferencia en islas situadas á la vista unas de otras. La línea llamada del salto de fechas tiene una situación irregular, pues pasa por entre la Nueva Zelanda y Kermadeck; luego pasa entre Tonga y Samoa y, por fin, sigue el anti-meridiano de Greenwich.

Con el convenio internacional vigente, el cambio de fecha se verifica, teóricamente, en el mencionado anti-meridiano de Greenwich; allí está el inicio del día ó el primer momento de la nueva fecha, contándose luego las mismas 24 horas para todos los habitantes del globo, gracias al artificio de otros tantos husos esféricos de 15 grados de diferencia de longitud cada uno de ellos; así es que todos los habitantes situados en un huso horario, cuentan todos la hora que corresponde á este huso. El de la primera hora de la fecha comprende una diferencia de longitud entre los 172 $^{01}/_{2}$ al E y los 172 $^{01}/_{2}$ al W de Greenwich. Las doce horas son contadas por los habitantes del huso esférico, que comprende una diferencia de longitud entre los 7 $^{01}/_{2}$ al E. y los 7 $^{01}/_{2}$ al W del mismo primer meridiano.

Llamando, pues, H. la hora cosmopolita, L. la hora local y G. la longitud del lugar, expresada en tiempo, considerándola positiva si es oriental, y negativa si es occidental, es fácil comprender que estas tres cantidades están unidas por la sencilla fórmula: $H = L - G$

Así, por ejemplo, si deseamos saber á que hora cosmopolita corresponden las 19 horas, ó lo que es lo mismo, las 7 de la tarde de un lugar situado á los 120° de longitud oriental, tendremos: $H = 19^{h} - (+ 8^{h}) = 11^{h}$

En esta fórmula, se comprende que, cuando el minuendo es menor que el sustraendo, resultan horas cosmopolitas de una fecha anterior y también puede resultar una fecha posterior en la hora cosmopolita cuando la suma aritmética de la hora local y la longitud es mayor que 24 horas.

En esta fórmula se entiende por hora local la del huso esférico correspondiente á la longitud del lugar; así resulta que en Barcelona la hora local es la de Greenwich ó la del huso llamado de la Europa occidental, que difiere de la hora media del meridiano de esta Real Academia.

Hemos visto que el inicio del día está en el anti-meridiano de Greenwich. Cuando el centro del Sol está en este meridiano son las cero horas; y, cumplida una revolución del globo, cuando el astro del día vuelve á estar en el mismo meridiano son las 24 horas de la misma fecha. Pero en cualquier momento no todos los meridianos cuentan la misma fecha, si no que la duración de cada fecha es de 48 horas, y es fácil ver, con auxilio de un globo artificial, que una fecha cualquiera, por ejemplo sábado, empieza en la mitad de un viernes y termina en medio de un domingo, de manera que para la Tierra en general, coexisten tres fechas consecutivas, esto es, que el mismo momento de tiempo absoluto de un sábado coexiste con un viernes para un meridiano oriental y con un domingo para un meridiano occidental.

VIII

En las anteriores líneas hemos considerado los períodos de tiempo con respecto al hombre; pero si los relacionamos refiriéndonos á los fenómenos físicos que nos acusa el microscopio y á los fenómenos astronómicos que nos permite contemplar el telescopio, nuestro espíritu se confunde más aun y se hace más misterioso el conocimiento del tiempo.

Sabido es que en la naturaleza no todos los seres orgánicos cumplen sus funciones de desarrollo y reproducción en igual período de tiempo y así como el ciclo de vida en el hombre es de unos tres cuartos de siglo, hay seres como el elefante cuya vida es más larga, y, en cambio, otros organismos microscópicos cumplen todas las funciones de su vida en intérvalos de tiempo pequeñísimos, de manera que sus fases de infancia, juventud, virilidad y decadencia sólo necesitan pocas horas de nuestra división de tiempo, y aun los hay de más rápida evolución. Si tan diminutos seres tuvieran conciencia de todos los fenómenos ó variantes que produce su desarrollo, seguramente se formarían del tiempo una idea distinta de la nuestra, pues que ellos no tienen por término de comparación el día y la noche ni las estaciones del año, ni otro cualquier fenómeno astronómico. Nuestros segundos de tiempos para aquellas rápidas existencias son períodos largos, á manera de lustros, por ejemplo, y sus diferentes sensaciones hay que contarlas con las más pequeñas divisiones de un perfecto cronógrafo, y, aun así, nuestra imaginación no alcanza á comprender maravilla tan grande, como es el pequeño período de tiempo necesario, para que tengan lugar todas las necesidades de la vida en organismos muy perfectos, á pesar de su pequeñez.

En la naturaleza tienen lugar muchos fenómenos físicos, cuya pequeñísima duración escapa á la comprensión humana. Hertz produce corrientes eléctricas

alternativas tan rápidas, que cambían de sentido de 100 á 1000 millones de veces por segundo; de manera que su período es de $\frac{2}{10^8}$ á $\frac{2}{10^9}$ segundos de tiempo. (1)

Si elevamos la vista al cielo nos resulta el extremo opuesto. La maravillosa observación espectral nos enseña que nuestras divisiones comunes de tiempo son muy pequeñas para contar las fases de los fenómenos estelares. Las estrellas distan de nosotros cantidades tan enormes que su luz tarda en llegar á nosotros, en muchas de ellas, más tiempo que el que cuenta la humanidad de existencia en nuestro diminuto planeta.

Siguiendo la ley universal de vida y muerte, el espectroscopio nos enseña que los astros que por la noche brillan en el cielo con centelleo de colores distintos tienen su juventud, su madurez y su senectud, acusadas estas faces por sus respectivos colores y espectros, y que para pasar de un período á otro de vida son necesarios más centenares de siglos que años el hombre para cumplir todas sus fases de vida, tanto es así, que teniendo en cuenta las más antiguas observaciones astronomicas, sólo se registran muy contados casos de cambio de color en estrellas, lo que significa que para cada una de las fases de su existencia son necesarios períodos muy grandes de tiempo, en comparación de las cuales la vida humana es un instante.

Con la contemplación de estos grandes fenómenos de la naturaleza comprende el hombre su pequeñez. Habitante de un planeta que es un micro-cosmos en la inmensa polvoreda sideral de astros colosales, si en verdad nuestro período de tiempo llamado hora es grande, como si dijéramos un siglo para ciertos organismos microscópicos, en cambio esta misma hora sólo significa un instante en la vida de un Sol, en la vida del Universo, que en rigor no puede llamarse vida, pues que la idea de vida lleva en sí la de un principio y un fin, términos propios de un período de tiempo, pero que no son admisibles en la idea del Universo, que es eterno como el tiempo.

La hora es para la Ciencia un módulo que sirve para estudiar la maravillosa obra de Dios, y de adelanto en adelanto como peldaños de la escalera del progreso, nos acercamos á la luz divina, que es la Verdad. La hora considerada científicamente nos hace mirar al Cielo.

La hora es para la humanidad un módulo de esclavitud que mide sus miserias y dominado el hombre por la materia sólo mira la tierra.

Esta idea de la hora tiene mi pequeña inteligencia.

---

(1) M. H. Poincaré.—Annuaire du Bureau des longitudes.—1902.

110

10 ... 1902

... MUSEUM

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 9

NUEVAS OBSERVACIONES DE MARTE

OPOSICIÓN DE 1901

POR EL ACADÉMICO

SR. D. JOSÉ COMAS SOLÁ

Publicada en febrero de 1902

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 9

NUEVAS OBSERVACIONES DE MARTE

OPOSICIÓN DE 1901

POR EL ACADÉMICO

SR. D. JOSÉ COMAS SOLÁ

Publicada en febrero de 1902

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

NUEVAS OBSERVACIONES DE MARTE

Oposición de 1901

por el Académico

Sr. D. José Comas Solá

Sesión de 30 de mayo de 1901

Las nuevas observaciones del planeta Marte que tengo el honor de presentar á esta Real Academia empezaron á primeros de diciembre de 1900 y han terminado á primeros del mes corriente. El instrumento empleado es mi ecuatorial Grubb de 6 pulgadas provisto de aumentos que han variado entre 350 y 500 veces. Generalmente he empleado oculares negativos, pero en algunos casos, en que me valía del micrómetro para determinar el ángulo de posición del casquete blanco boreal, he hecho uso de un ocular positivo de 350 veces de aumento y que da admirables imágenes. El número de noches de observación ha sido 38, entre las cuales se han contado unas 10 noches expléndidas.

La Bahía del Meridiano, así como el Sinus Saboeus, por efecto de la inclinación del eje de Marte, no han sido detalles tan aparentes como durante las oposiciones en que el planeta pasa á mucha menor distancia de la Tierra. Ninguna vez he podido ver la bifurcación puntiaguda de la Bahía del Meridiano: sólo he notado, como en las oposiciones precedentes, la Bahía del Meridiano alargada difusamente hacia el Gehon, mientras que el Hiddekel ha sido siempre una sombra vaga, apenas perceptible. Por lo demás, he visto siempre el Gehon seguir un curso distinto del indicado en los mapas usuales de Marte. En la intersección del Oxus (?) con el Gehon, noté, el 10 de febrero, un lago ó una manchita obscura que no aparece en los dibujos del Sig. Schiaparelli.

La región de Deucalión muy visible. Indus (corto y recto), Jamuna y Ganges, débiles. Mar Acidalio, separado del lago Niliaco por el Puente de Aquiles, es mucho más obscuro que el Niliaco; su tono ha sido casi negro. El 10 de febrero distinguí un punto brillante en el Mar Acidalio, seguramente Scheria I. El lago Ismenio muy fácil y obscuro, lo mismo que el Deuteronilus, que apareció, el 12 de febrero, bajo el aspecto de una banda gris azulada bien acusada, continuándose á la izquierda por el Protonilus.

Nilokeras ha aparecido casi siempre como una banda penumbral muy ancha, especie de prolongación difusa del lago Niliaco, enlazándolo con el lago de la Luna; pero el 26 de diciembre se le vislumbraba doble, y el 3 de febrero, con una imágen expléndida, se veían dobles el Nilokeras, el Nilo y el Ceraunio, y, además, formados de puntos negros, el lago de la Luna y la intersección del Ceraunio con el Gigas, ofreciendo en conjunto un aspecto muy parecido á algunos dibujos del señor Schiaparelli. Pero debo advertir que estos desdoblamientos eran muy difí-

ciles, muy vagos y mal dibujados. Consistían simplemente en un ligero aumento de obscuridad de estos canales, muy anchos, hacia sus bordes difusos, aumento de obscuridad que podría atribuirse á un aumento subjetivo de contraste debido al tono más claro del fondo. Al mismo tiempo se veía el lago Titonio bastante obscuro y el lago Fenicio, pequeño, y como regueros difusos.extremadamente difíciles, Chrysorrhoas, Fortuna é Iris. Se vislumbraba el lago del Sol como una débil mancha gris cerca del borde austral.

Toda la gran región continental que sigue, ha sido, como siempre, de muy difícil observación. Los dibujos que acompañan este trabajo darán idea de lo que he podido distinguir en esta inmensa región. Los canales como Titán, Orcus, Gigas, Tártaro, etc., son no más que sombras muy débiles, complicadas y difíciles; el Nudo Gordiano también como una sombra difusa. En la intersección de Titán y Orcus (?) he podido observar varias veces un puntito negro. Pero lo más notable de esta región es Propontis. Aparte de su grande extensión y obscuridad, he notado, siempre que la imágen ha sido buena, dos puntos negros hacia su centro, rodeados de una especie de penumbra muy obscura.

En el Trivium Charontís se veía, como de costumbre, un punto negro hacia su centro, pero esta observación exige una imágen perfecta. En cuanto al Elíseo, he podido observarlo en muy buenas condiciones atmosféricas sin poder ver jamás doble ninguno de los canales que le rodean. Estos canales han sido, por regla general, muy anchos y muy visibles. En la intersección del Cerbero y del Eunosto era visible un lago, conformemente á lo que yo había observado ya en 1899 con un ecuatorial de 9 pulgadas. Ha sido visible también una mancha gris en medio del Elíseo, que corresponde, quizás, á Galaxia, pero sin el menor aspecto de canal; mejor que esto, ofrecía la apariencia de una mancha radial hacia los lagos vecinos (26 de febrero). En fin, la región del Elíseo aparece en mis dibujos de tamaño mucho mayor que en la mayoría de los otros dibujos que he podido ver.

Cíclope, Etiópe y Lethes, apenas visibles. Hesperia, fácil y parece continuarse con la Ausonia. Alcyonus es muy obscuro, lo mismo que la especie de canal que le enlaza con Hephaestus, que aparece como una mancha circular muy obscura.

Llegamos ahora á la región de la Gran Syrte. Este extenso mar ha ofrecido el aspecto de costumbre, con la bifurcación que descubrí en 1899. Pero los dos canales de la bifurcación, el uno el Nilosystis y el otro el Nasamon, son muy débiles, mucho menos acusados que en 1899, aun cuando los lagos en que terminan continúan siendo muy obscuros. El de la izquierda es Alcyonus, ya citado, y el de la derecha Coloe Palus (?) que es completamente negro, resaltando en la imágen telescópica como un punto de tinta de China sobre una superficie clara. La presencia de este punto fué señalada por mí en la oposición de 1897. En conclusión, la Gran Syrte y todos sus alrededores son, por lo menos actualmente, muy diferentes del aspecto con que vienen representados en las cartas corrientes de Marte.

La Libya es pequeña y poco clara, y el Lago Moeris muy difícil. Thoth (?), Phison y Euphrates son muy débiles y difíciles. Ha sido visible también Oenotria.

Hacia el borde S., generalmente claro, se destaca por su blancura, sobre todo, la tierra de Noé.

Proyecciones brillantes.—No han sido tan abundantes como en 1899. El 23 de enero, á las 22 h 30 m, eran visibles dos puntitos brillantes en el terminador y situados en la Arcadia. Cerca del Pyriphlegcthon y en la Arcadia, también noté, el 23 de enero, una mancha muy brillante hacia el centro del disco; el 25 de enero, esta misma mancha se destacaba en el terminador con intenso brillo.

Entre las regiones muy brillantes deben citarse asimismo Ophir, la parte N. de la Aeria, parte S W. del Elíseo, región de Isidis, y, en general, las orillas de los mares. En mis dibujos están indicadas las regiones más brillantes por líneas de puntos.

Casquete polar boreal.—Este casquete ha presentado, como de costumbre, un reborde muy obscuro, sobre todo en el período de más rápida disminución ó fusión de los hielos. En este reborde obscuro he observado algunas veces (23 y 25 de enero) varios puntitos negros, situados al N. de Propontis. Pero el reborde casi desapareció así que el casquete nivoso se transformó en una pequeña mancha blanquizca, quizás formada de nubes solamente. A partir del 28 de marzo, se notó un súbito aumento de tamaño del casquete, debido probablemente no á nieves sino á nubes. A partir del mismo día, el casquete presentó grandes variaciones de extensión y su blancura no fué tan intensa como antes. He aquí los diámetros del casquete en cada día de observación, evaluados en grados de arco de meridiano:

3 diciembre. . .	45°	23 enero	35°	17 marzo. . . .	11°
9 » . . .	48	25 »	34	19 »	10
11 » . . .	48	3 febrero . . .	28	21 »	10
12 » . . .	49	4 » . . .	29	28 »	20
13 » . . .	48	10 » . . .	28	1 abril	15
20 » . . .	38	12 » . . .	30	4 »	10
26 » . . .	36	19 » . . .	25	10 »	8
3 enero	37	25 » . . .	25	15 »	12
8 »	35	26 » . . .	22	18 »	12
11 »	36	27 » . . .	18	21 »	12
13 »	38	7 marzo . . .	15	2 mayo	30
18 »	36	10 » . . .	15	9 »	15
20 »	38	15 » . . .	13		

Angulo de posición del casquete boreal.—A fin de confirmar el centraje polar del casquete cuando era de reducidas dimensiones, he determinado su ángulo de posición los días 15, 19, 21, 22 et 28 de marzo y 1, 4 y 10 de abril. Comparados los resultados que he obtenido con los ángulos dados por las efemérides de Mr. Crommelin, no encuentro ninguna diferencia sistemática, sino simples errores

accidentales, de modo que el casquete boreal ha permanecido sensiblemente centrado en el polo, admitiendo los elementos adoptados por Mr. Crommelin.

P. S.—Cerradas ya mis observaciones de Marte por el gran alejamiento á que se encuentra este planeta de nosotros, he recibido carta de M. Camilo Flammarion encareciéndome la conveniencia de que continuara las observaciones del casquete polar y pidiéndome le comunicara los resultados obtenidos. Accediendo con mucho gusto á los deseos del ilustre astrónomo, puedo añadir á los datos inscritos más arriba que el 29 de mayo la extensión del casquete blanco polar era de 20°, lo que demuestra una vez más, á mi entender, que en estos momentos no son nieves ó hielos la causa principal de la mancha polar, sino nubes.

RECIBIDO
10 MAR. 1902

11 diciembre 1900.—13 h. 56 m.

20 diciembre 1900.—12 h.

26 diciembre 1900.—12 h. 45 m.

3 enero 12 h. 40 m.

11 enero.—13 h. 10 m.

13 enero.—12 h. 30 m.

José Comas Solá. — Observaciones de Marte en 1901. — Lám. I.

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

20 enero—11 h. 5 m.

23 enero—10 h. 45 m.

25 enero—13 h. 40 m.

3 febrero—13 h. 20 m.

10 febrero—13 h. 40 m.

12 febrero—11 h. 15 m.

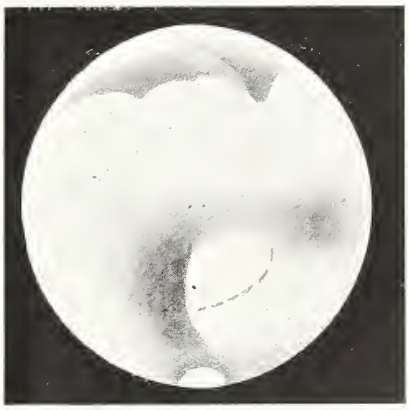
José Comas Solá. — Observaciones de Marte en 1901. — Lám. II.

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

19 febrero—9 h. 45 m

19 febrero—12 h.

25 febrero—13 h. 50 m



15 marzo—10 h. 15 m.

17 marzo—9 h. 30 m.

4 abril—10 h.

José Comas Solá. — Observaciones de Marte en 1901. — Lam. III.

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 10

COMPARACIÓN MATEMÁTICA

ENTRE LOS DISTINTOS MODOS DE CALCULAR LOS DESCUENTOS SIMPLE Y COMPUESTO

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

D. ANTONIO TORRENTS Y MONNER

Publicada en marzo de 1902

BRITISH MUSEUM NATURAL HISTORY

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 10

COMPARACIÓN MATEMÁTICA

ENTRE LOS DISTINTOS MODOS DE CALCULAR LOS DESCUENTOS SIMPLE Y COMPUESTO

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

D. ANTONIO TORRENTS Y MONNER

Publicada en marzo de 1902

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

Comparación matemática
entre los distintos modos de calcular los descuentos simple y compuesto

por el Académico numerario
D. Antonio Torrents y Monner

Sesión de 28 febrero 1901.

El Comercio en el siglo xx constituirá la síntesis de todas las ciencias.

Sres. Académicos:

Habiéndome correspondido, por prescripción reglamentaria de esta Real Academia de Ciencias y Artes, la lectura del trabajo de turno referente á la Sección matemática, atormenté mi imaginación al objeto de buscar, entre el modesto repertorio de que dispongo, un tema que, perteneciendo á la expresada rama, encajara dentro de los conocimientos científico-comerciales á los cuales he venido consagrando los mejores años de mi existencia.

Por fin dí con uno, tal fué el de *Comparación matemática entre los distintos modos de calcular los descuentos simple y compuesto,* que si bien á primera vista, podrá parecer desprovisto de interés, me propongo demostrar que él encierra materia digna de estudio.

No como vano alarde de petulancia, ni tampoco de falsa modestia, debo dejar sin decir que no soy ciertamente yo el primero en provocar la discusión de asuntos de contabilidad mercantil, dentro de doctas corporaciones; varones eminentes me han llevado la delantera: el ilustre repúblico M. León Say, en el solemne acto de inaugurar las tareas de la Academia francesa, en el curso de 1886, elegía como tema *La partida doble;* Mr. Fedor Thoman, publicando su célebre *Teoría del interés compuesto;* Mr. Hipólito Charlón con su notable obra *Teoría matemática de las operaciones financieras;* nuestro compatriota D. Vicente Vázquez Queipo, dando á la estampa su justamente ponderada *Aritmética superior mercantil,* así como también Prudhón, Yaclot, De Laporte, Prony, Lefèbre, Jandet, Degrange, Sauvage, Kelly, Deplanque, Barillot, Passot, Rothschild, Cerboni, Marien, Castaño, Cortazar, Claret, Quintana, Angulo, Aznar, Oliver, Gamboa, Cavanna, Cañizares, Navasal y otros que podría citar sino temiera abusar de la benevolencia de mis oyentes.

Si lo consignado no fuera suficiente para llevar al ánimo el pleno convencimiento de la trascendental importancia que reviste y de las nuevas orientaciones que debe tomar la enseñanza comercial, bastaría entresacar alguno de los párrafos del discurso, últimamente pronunciado por Lord Rosebery, el sabio Rector

de la Universidad de Glasgow, al tomar posesión de dicho cargo: «El siglo XX, dijo, será un periodo de competencia internacional, casi feroz, en las artes de la paz, más aún que en las de la guerra. Por esa razón tendrá el Reino Unido urgente necesidad de formar hombres capaces de ocupar elevadas posiciones en todos las esferas de la actividad humana. Tal habrá de ser la misión de las Universidades; para cumplirla debidamente deberán renunciar á que se basen sus enseñanzas en el latín y el griego. Recordemos á este propósito, aquella frase de Henrique Heine: «¡Qué felices fueron los romanos al no tener que aprender el latín!» Sin esa circunstancia no les habría quedado tiempo para conquistar el mundo.» (1).

»Pues bien: la ignorancia de los idiomas modernos podía originar el desastre comercial de Inglaterra. Razón por lo que la educación de nuestra joventud debe modernizarse, debe convertirse en educación comercial.

»El comercio, en efecto, es y será cada vez más una de las bases fundamentales del Imperio inglés. Yo quisiera que se inaugurase en todas las Universidades británicas una Facultad de Comercio, lo que tendría la doble ventaja de estimular la enseñanza mercantil en las Escuelas secundarias y de otorgar el beneficio de una educación universitaria á los hombres que están destinados á ocupar posiciones preeminentes en los negocios.

»De la formación moral é inteligente del hombre depende el porvenir, y el porvenir inmediato del Imperio inglés; porque, ¿qué es un imperio, sino el predominio de una raza?

»El juego del *foot ball* puede servir de ejemplo para encontrar la ciencia necesaria hoy para la concurrencia de las Naciones.

»En otras épocas se jugaba simplemente á la pelota; mientras ahora necesítase, para asegurar el éxito, el concurso de todos los esfuerzos intelectuales y físicos de que es capaz el hombre.»

Las palabras del antiguo jefe del partido liberal inglés debieran ser muy tenidas en cuenta por todas las Naciones.

Quiere lord Rosebery asegurar el predominio de Inglaterra por el perfeccionamiento de la educación comercial.

Pues, siguiendo el ejemplo, es como los otros países deben proveerse de armas con que hacer frente á la supremacía británica.

Vamos ya, á emprender nuestra tarea, consistente, conforme hemos dicho, en el estudio comparativo de los diversos procedimientos que pueden emplearse para la resolución de los problemas á que dan lugar las operaciones del descuento, presentándolo bajo una nueva faz, y haciendo resaltar aritmética y algebrai-

---

(1) Es evidente que el autor de esta Memoria no puede estar conforme con ciertas exageraciones vertidas por el personaje inglés.

mente, la diferencia notable que existe entre aquéllos, á la vez que van adjuntas varias tablas, construidas exprofeso, con el propósito de que el presente trabajo revista cierta utilidad teórico-práctica.

DESCUENTO SIMPLE

En la práctica mercantil se calcula el descuento simple tomando el interés sobre el valor nominal, es decir, el que anticipa el valor efectivo, se retiene, no sólo el rédito correspondiente á éste, sino que, además, se queda con el interés del interés.

Antitético el anterior procedimiento, llamado comercial ó práctico (1), tenemos el equitativo ó racional, por medio del que se halla el verdadero descuento del valor efectivo, ó sea del capital que realmente se entrega en la actualidad.

Motivo de animada controversia ha existido y existe entre los autores acerca de la forma de descuento que debe prevalecer. Apoyan sus razonamientos, los que se declaran por el *método comercial* ó *práctico,* en la mayor facilidad y rapidez de su cálculo, y lo juzgan legítimo desde el momento que ninguna de las partes contratantes protesta de ello. Más los otros objetan que en modo alguno puede consentirse aquel sistema de descuento, ya qué se toma sobre una cantidad mayor que la que se anticipa, tal es el valor nominal, y que, de consiguiente, viene á favorecer siempre al banquero, en perjuicio del que, para atender á sus compromisos mercantiles, se halla en la dura necesidad de apelar á la cesión de sus créditos, mediante la pérdida de una parte de los mismos.

Deseando nosotros colocar esta cuestión en su verdadero terreno, diremos que, cuando se tratara de capitales de poca monta, siendo el plazo menor de un año y módica la tasa estipulada, podría aceptarse indistintamente cualquiera de los dos procedimientos, ya que la diferencia entre uno y otro sería insignificante; pero cuando no concurran las citadas circunstancias, deberá en absoluto desecharse el método comercial ó práctico, pues no sólo es lesivo, sino que en varios casos resulta completamente absurdo. En efecto: si se descontara un crédito vencedero á los veintiun años, á razón del 5 por 100 anual, tendríamos que el importe del descuento absorbería con exceso todo el capital; de modo que, además de regalar el efecto comercial al banquero, debería satisfacérsele una cantidad en metálico para que nos hiciera el favor de admitir semejante dádiva (2).

---

(1) Al descuento comercial ó práctico, conocido también con los nombres de abusivo ó injusto, lo llaman los franceses *descuento por fuera (escompte en dehors),* y al equitativo, verdadero ó racional, *descuento por dentro (escompte en dedans).*

(2) Suponiendo que buscamos á cuánto asciende el descuento de un pagaré de 10,000 pesetas á razón del 5 por 100 anual, durante 21 años, tendremos, según el procedimiento práctico ó comercial:

$$\text{Descuento} = \frac{10000 \times 21 \times 5}{100} = 10500 \text{ pesetas.}$$

Antes de proceder á la comparación entre los dos distintos modos de calcular el descuento simple, importa dar algunas ligeras referencias respecto á cada uno de aquéllos.

MÉTODO COMERCIAL Ó PRÁCTICO

Este procedimiento consiste en el empleo de las mismas reglas del interés simple, con la única diferencia de que su importe debe restarse del capital sobre el cual se toma, en vez de serle añadido.

Así, pues, transformándose la y en d_0 (1) y designando por V, el valor nominal y por v el valor efectivo (2), tendremos:

Para cuando el tiempo venga expresado en años:

$$d_0 = \frac{V\ a\ t}{100};\quad V = \frac{100\ d_0}{a\ t};\quad a = \frac{100\ d_0}{V\ t};\quad t = \frac{100\ d_0}{V\ a}$$

Para cuando el tiempo sean meses:

$$d_0 = \frac{V\ m\ t}{100 \times 12};\quad V = \frac{100 \times 12\ d_0}{m\ t};\quad m = \frac{100 \times 12\ d_0}{V\ t};\quad t = \frac{100 \times 12\ d_0}{V\ m}$$

Para cuando el tiempo sean días (año mercantil).

$$d_0 = \frac{V\ d\ t}{100 \times 360};\quad V = \frac{100 \times 360\ d_0}{d\ t};\quad d = \frac{100 \times 360\ d_0}{V\ t};\quad t = \frac{100 \times 360\ d_0}{V\ d}$$

Para cuando el tiempo sean días (año común).

$$d_0 = \frac{V\ d'\ t}{100 \times 365};\quad V = \frac{100 \times 365\ d_0}{d'\ t};\quad d' = \frac{100 \times 365\ d_0}{V\ t};\quad t = \frac{100 \times 365\ d_0}{V\ d'}$$

Conocidos el importe del descuento y el valor nominal, fácilmente se averigua el efectivo v, pues basta hallar la diferencia que existe entre las dos citadas cantidades conocidas.

En efecto:

$$v = V - d_0$$

MÉTODO EQUITATIVO Ó RACIONAL

El procedimiento equitativo ó racional consiste, según hemos dicho, en tomar el descuento sobre el valor efectivo; de modo que el que adquiere el efecto

(1) Para expresar el descuento simple, comercial ó práctico, nos vemos obligados á emplear la d_0 sub$_0$ (letras inicial y final de la citada palabra) al objeto de diferenciarla de la d, d', d'', que respectivamente representan un número de días del año mercantil, común y bisiesto.

(2) Destinamos la V mayúscula para el valor nominal, ya que su importe en las operaciones de descuento es siempre mayor que el efectivo, toda vez que $V = v + d_0$.

comercial, se retiene tan sólo el interés de la cantidad que realmente anticipa (1).

Así, pues, si designamos por V el valor nominal que debe cobrarse al cabo de a años; por v el valor efectivo que se entrega en la actualidad; por t el tanto por ciento ó tasa del descuento, y por d'_0 el importe del descuento simple equitativo, tendremos que, siendo d'_0 el descuento ó interés simple correspondiente al capital v por el tiempo a, se verifica:

$$d_0' = \frac{v\ a\ t}{100}$$

La dificultad estriba en que hay dos incógnicas d'_0 y v; pero esta última puede substituirse por su equivalente, toda vez que (2) $v = V - d'_0$ y, en su consecuencia, resultará:

$$d_0' = \frac{(V - d_0')\ a\ t}{100}$$

Haciendo ahora desaparecer el denominador, multiplicando ambos miembros por 100,

$$100\ d_0' = (V - d_0')\ a\ t$$

Verificando el producto indicado en el segundo miembro,

$$100\ d_0' = V\ a\ t - d_0'\ a\ t$$

Pasando el término $-d'_0\ a\ t$ al primer miembro

$$100\ d_0' + d_0'\ a\ t = V\ a\ t$$

Sacando fuera de un paréntesis el factor común d'_0

$$d_0'\ (100 + a\ t) = V\ a\ t$$

Por último, dividiendo los dos miembros de la igualdad por el valor encerrado dentro del paréntesis, tendremos despejada la d'_0

$$d_0' = \frac{V\ a\ t}{100 + a\ t} \quad (3)$$

---

(1) Este método no conduce al absurdo, como sucedía en el práctico ó comercial. Así es que el mismo ejemplo que hemos dado en otro lugar referente al descuento de un pagaré de 10000 pesetas á razón del 5 por 100 anual, vencedero al cabo de 21 años, produce el siguiente resultado:

$$d'_0 = \frac{10000 \times 21 \times 5}{100 + 21 \times 5} = \frac{1.050.000}{205} = 5121'95 \text{ pesetas}$$

$$v = 10000 - 5121'95 = 4878'05 \text{ pesetas.}$$

Por lo cual vemos que, á pesar del largo plazo que transcurrirá para el vencimiento del citado efecto, debe el banquero entregar, como precio de aquél, la cantidad de pesetas 4878'05.

(2) La V es conocida, por estar escrita en el documento comercial que se trata de descontar.

(3) Puede también deducirse muy fácilmente la fórmula del descuento, método equitativo, por medio de una proporción.

Lo cual nos dice que, para hallar el importe del descuento simple por el procedimiento equitativo ó racional: *se multiplica el valor nominal por el número de años y por el tanto por ciento, dividiendo el resultado por la suma de 100 con el producto de los dos últimos factores.*

La anterior fórmula establece una relación entre las cuatro cantidades representadas por *d'*, *V*, *a*, *t;* relación que determina una cualquiera de ellas cuando se conocen las otras tres, y, en su consecuencia, pueden presentarse las cuatro cuestiones siguientes:

$$1.^{a}\quad d_o' = \frac{V\,a\,t}{100 + a\,t} \qquad\qquad 3.^{a}\quad a = \frac{100\,d_o'}{t\,(V - d_o')}$$

$$2.^{a}\quad V = \frac{d_o'\,(100 + a\,t)}{a\,t} \qquad\qquad 4.^{a}\quad t = \frac{100\,d_o'}{a\,(V - d_o')}$$

Una vez hallado el descuento, fácilmente deduciríamos el vafor efectivo *v*, toda vez que

$$v = V - d_o'$$

Debe observarse que todas las anteriores fórmulas vienen referidas á un número entero de años, y, por lo tanto, cuando el tiempo se exprese en otra forma, deberá substituirse la *a* por

$$\frac{s}{2},\ \frac{q}{4},\ \frac{m}{12},\ \frac{d}{360},\ \frac{d'}{365}\ y\ \frac{d''}{366},$$

según corresponda.

De suerte que si el plazo, por el cual se descuenta un efecto comercial, es un número de días, que será lo más corriente en la práctica, tendremos, adoptando el año común de 365 días,

$$d_o' = \frac{V\ \frac{d'}{365}\ t}{100 + \frac{d'}{365}\ t} = \frac{V\ d'\ t}{36500 + d'\ t};$$

y análogamente haríamos lo propio en las demás fórmulas.

Supuesto que el valor efectivo de 100 monedas se convierte al cabo de *a* años en 100, más su interés, tendremos:

$$\frac{\text{Valor nominal}}{100 + a\,t} \quad \frac{\text{Descuento}}{a\,t} :: \frac{\text{Valor nominal}}{V} : \frac{\text{Descuento total}}{d_o'}$$

$$d_o' = \frac{V\,a\,t}{100 + a\,t}$$

La cual proporción facilita uno de sus términos por medio de los otros tres, siendo aplicable directamente al caso de que el tiempo venga expresado por un número entero de años; pero cuando el tiempo sea una fracción de año, deberá multiplicarse el tanto p.°/o por dicha fracción, en lugar de hacerlo por *a*.

Ejemplo:

¿A cuánto asciende el descuento equitativo de una letra de cambio de 20000 pesetas, pagadero desde hoy á siete meses, á razón del 5 por ciento anual?

$$100 + 5 \times \tfrac{7}{12} : 5 \times \tfrac{7}{12} :: 20000 : d_o';\ d_o' = \frac{20000 \times 5 \times \frac{7}{12}}{100 + 5 \times \frac{7}{12}} = \frac{20000 \times 5 \times 7}{1200 + 5 \times 7} = 566'80 \text{ pesetas}$$

COMPARACIÓN ENTRE LOS DOS DISTINTOS MODOS DE CALCULAR EL DESCUENTO SIMPLE

Para ello vamos á inquirir la diferencia que existe entre los dos distintos procedimientos que se emplean para el cálculo del mismo, valiéndonos, al efecto, de las fórmulas fundamentales que hemos consignado anteriormente, y, en su consecuencia, resultará:

$$\underbrace{\frac{V\,a\,t}{100}}_{\text{Importe del descuento por el método comercial}} - \underbrace{\frac{V\,a\,t}{100+a\,t}}_{\text{Importe del descuento por el método equitativo}} = \frac{V\,a\,t\,(100+a\,t)}{100\,(100+a\,t)} - \frac{100\,V\,a\,t}{100\,(100+a\,t)}$$

Verificando la resta, toda vez que los anteriores quebrados están ya reducidos á un común denominador, tendremos:

$$\frac{100\,V\,a\,t + V\,a^2\,t^2 - 100\,V\,a\,t}{100\,(100+a\,t)} = \frac{V\,a^2\,t^2}{100\,(100+a\,t)}$$

que es precisamente el importe del interés simple sobre el descuento equitativo.

En efecto:

$$y = \frac{\dfrac{V\,a\,t}{100+a\,t} \times a\,t}{100} = \frac{V\,a^2\,t^2}{100\,(100+a\,t)}$$

De modo que el método equitativo ó racional es, conforme hemos dicho, más ventajoso para el que debe sufrir el descuento, ya que su importe es siempre menor que el comercial ó práctico, según puede también verse fácilmente en la comparación de estas dos expresiones:

$$\underbrace{\frac{V\,a\,t}{100+a\,t}}_{\text{Importe del descuento simple según el método equitativo}} < \underbrace{\frac{V\,a\,t}{100}}_{\text{Importe del descuento simple según el método comercial}}$$

pues de dos quebrados que tengan el mismo numerador, será menor el que tenga mayor denominador (1).

Ejemplos:

Descontar á razón del 6 por 100 anual una letra de 12.500 pesetas que vence

(1) O bien, con las fórmulas referidas al tanto por 1.

$$\frac{V\,r\,a}{1+r\,a} < V\,r\,a$$

puesto que el cociente de dividir por un número mayor que la unidad es menor que el dividendo, y, por lo tanto, $d'_0 < d_0$.

á los 36 días (año mercantil), empleando los dos distintos métodos que conocemos.

Método comercial

$$d_o = \frac{12500 \times 36 \times 6}{36000} = 75 \text{ pesetas.}$$

Método equitativo

$$d_o' = \frac{12500 \times 36 \times 6}{36000 + 36 \times 6} = 74'55 \text{ pesetas.}$$

Según se ha manifestado, la diferencia entre los dos resultados 75—74'55= 0'45 debe ser igual al interés que corresponde al descuento equitativo. En efecto:

$$y = \frac{74'55 \times 36 \times 6}{36000} = 0'45 \text{ de peseta.}$$

Así es que cuando se estipula que el descuento sea, por ejemplo, del 6 por 100 al año sobre el valor nominal de la letra ó pagaré (procedimiento práctico ó comercial), el convenio que implícitamente se establece entre el tomador y el cedente, no consiste en que el dinero que éste recibe, devenga el 6 por 100 al año, sino el 6 por 94; pues cada 94 que entrega el tomador, se convierten al fin de año en 100, y, por lo tanto, el descuento de 6 por 94 anual representa el

$$\frac{600}{94} = 6{\cdot}383 \text{ por 100 al año.}$$

DESCUENTO COMPUESTO

En el descuento compuesto se busca el efectivo que, colocado á interés compuesto, se convirtiría, al cabo del tiempo dado, en una cantidad igual al valor nominal. De modo que en el citado descuento se parte siempre de la fórmula equitativa (1), ya que, el que entrega el capital efectivo, se retiene tan sólo el interés compuesto sobre el mismo.

Así, pues, para resolver el citado problema, debemos valernos de la fórmula $c = \frac{C}{(1 + r)^a}$, que es la que sirve también para hallar el capital primitivo que ha de imponerse á interés compuesto á razón de *r* por *1* al año para obtener la suma *C* al cabo de los *a* años.

---

(1) En el descuento compuesto jamás se emplea el procedimiento que algunos autores designan con el nombre de *abusivo,* y cuya fórmula viene representada por

$$v = V\,(1 - r)^a, \text{ ó bien } \log v = \log V + a \times \log (1 - r).$$

Substituyendo, en lugar de V, su equivalente $v + D_o$ tendríamos la necesaria para hallar directamente el importe del descuento compuesto abusivo, esto es

$$D_o = \frac{v}{(1 - r)^a} - v = v\left(\frac{1}{(1 - r)^a} - 1\right).$$

Cambiando en la citada fórmula la c en v y la C en V, tendremos, para aplicarla al descuento compuesto equitativo.

$$v = \frac{V}{(1+r)^a} \text{ ó bien log. } v = \text{log. } V + a \times \text{comp. log. } (1+r).$$

La cual fórmula nos dice que *en el descuento compuesto, método equitativo, se halla el valor efectivo dividiendo el valor nominal por la unidad, más el tanto por 1 anual, elevada esta suma á una potencia de un grado igual al número de años.*

De la fórmula anterior se desprende la necesaria para hallar directamente el importe del descuento compuesto equitativo, que representamos por D'_0, sin necesidad de conocer el valor efectivo.

En efecto, $D'_0 = V - v$, y reemplazando este último por su equivalente algebráico, resulta:

$$D'_0 = V - \frac{V}{(1+r)^a} = V\left(1 - \frac{1}{(1+r)^a}\right) = \frac{V\,((1+r)^a - 1)}{(1+r)^a}$$

COMPARACIÓN ENTRE LOS DESCUENTOS COMPUESTO Y SIMPLE

Ante todo nos precisa referir al tanto por *1* las fórmulas que vimos del descuento simple, método equitativo, expresadas á razón de tanto por ciento, las cuales se convertirán en:

$$V = v\,(1 + r\,a) \qquad r = \frac{V - v}{v\,a}$$

$$v = \frac{V}{1 + r\,a} \text{ (1)} \qquad a = \frac{V - v}{v\,r}$$

Con los anteriores datos podemos entrar ya de lleno en la parte más especial de nuestro trabajo, tal es la comparación algebráica entre las dos distintas formas del descuento simple con el compuesto, presentando al efecto las dos proposiciones siguientes:

1.ª El descuento equitativo compuesto es mayor que el equitativo simple

---

(1) Substituyendo en esta fórmula la v por $V - d'_0$, tendremos la necesaria para hallar directamente el descuento.

$$V - d_0' = \frac{V}{1 + r\,a}\,; \qquad V + V\,r\,a - d_0'\,(1 + r\,a) = V$$

$$V + V\,r\,a - V = d_0'\,(1 + r\,a); \qquad d_0' = \frac{V\,r\,a}{1 + r\,a}$$

(*) La fórmula que buscamos puede presentarse también en la siguiente forma:

$$V - \frac{V}{1 + r\,a} = d_0'; \qquad d'_0 = V\left(1 - \frac{1}{1 + r\,a}\right)$$

cuando el plazo es mayor que a unidad del período de capitalización; y menor que el citado simple si el plazo es menor que dicha unidad.

Conforme hemos visto, las fórmulas del descuento racional ó equitativo compuesto y simple vienen representadas respectivamente por:

$$D'_o = V\left(1 - \frac{1}{(1+r)^a}\right) \quad \text{y} \quad d_o' = \frac{V\,r\,a}{1+r\,a} = V\left(1 - \frac{1}{1+r\,a}\right)^{(1)}$$

Cuando $a = 1$ resulta que $(1+r)^a = 1 + r\,a$, y, por lo tanto,

$$D'_o = d'_o$$

Si a es mayor que 1, $(1+r)^a > 1 + r\,a$, de donde

$$\frac{1}{(1+r)^a} < \frac{1}{1+r\,a}^{(2)} \text{ y por consiguiente, } 1 - \frac{1}{(1+r)^a} > 1 - \frac{1}{1+r\,a}^{(3)} \text{ y también}$$

$$V\left(1 - \frac{1}{(1+r)^a}\right) > V\left(1 - \frac{1}{1+r\,a}\right), \text{ ó sea } D_o' > d_o'.$$

Si a es menor que 1, se tendrá $(1+r)^a < 1 + r\,a$, deduciéndose de una manera análoga á la como hemos procedido anteriormente, que

$$D'_o < d'_o$$

2.ª El importe del descuento comercial simple es siempre mayor que el descuento equitativo compuesto; de modo que

$$d_o = V\,r\,a > D_o' = V\left(1 - \frac{1}{(1+r)^a}\right)$$

En efecto: desarrollando la potencia $(1+r)^a$ por la fórmula del binomio de Newton, tendremos:

$$(1+r)^a = 1 + a\,r + \frac{a\,(a-1)}{1.2.} \cdot r^2 + \frac{a\,(a-1)\,(a-2)}{1.2.3} \cdot r^3 + \ldots\ldots$$

multiplicando ambos miembros por a r y restando separadamente 1, resulta

$$a\,r\,(1+r)^a = a\,r + a^2\,r^2 + \frac{a^2\,(a-1)}{1.2.} \cdot r^3 + \frac{a^2\,(a-1)\,(a-2)}{1.2.3.} \cdot r^4 + \ldots\ldots$$

$$(1+r)^a - 1 = a\,r + \frac{a\,(a-1)}{1.2.} \cdot r^2 + \frac{a\,(a-1)\,(a-2)}{1.2.3.} \cdot r^3 + \ldots\ldots\ldots$$

---

(1) En efecto:

$$d_o' = V\left(1 - \frac{1}{1+r\,a}\right) = V - \frac{V}{1+r\,a} \text{ y, de consiguiente, } d_o'\,(1+r\,a) = V + V\,r\,a - V$$

$$d'_o = \frac{V\,r\,a}{1+r\,a}$$

(2) De dos quebrados que tengan el mismo numerador, será menor el que tenga mayor denominador.

(3) Siendo constante el minuendo, será mayor la diferencia cuanto menor sea el substraendo.

en donde se observa que aun en el caso de que a fuese una fracción

$$a\,r\,(1+r)^a > (1+r)^a - 1;$$

dividiendo ahora ambos miembros de esta desigualdad por $(1+r)^a$, tendremos

$$a\,r > 1 - \frac{1}{(1+r)^a}, \text{ y multiplicándolos por } V.$$

$$V\,a\,r > V\left(1 - \frac{1}{(1+r)^a}\right), \text{ ó, lo que es lo mismo, } d_o > D_o'.$$

Finalmente, insertamos la siguiente tabla de comparación para que puedan apreciarse de una manera tangible los resultados que ofrecen las diversas formas de descuento.

IMPORTE DEL DESCUENTO CORRESPONDIENTE Á UN CAPITAL DE 100 PESETAS Á RAZON DEL 5 POR 100 ANUAL

Tiempo por el cual se descuenta	DESCUENTO SIMPLE		Descuento compuesto
	Método comercial	Método racional ó equitativo.	
1 mes	0'416667	0'414938	0'405766
2 meses	0'833333	0'826146	0'809875
3 „	1'250000	1'234568	1'212348
6 „	2'500000	2'439024	2'410000
9 „	3'750000	3'614458	3'593146
1 año	5'000000	4'761905	4'761913 (1)
2 años	10'000000	9'090909	9'297063
3 „	15'000000	13'043478	13'616255
4 „	20'000000	16'666667	17'729755
5 „	25'000000	20'000000	21'647393
10 „	50'000000	33'333333	38'608676
15 „	75'000000	42'857143	51'898297
20 „	100'000000	50'000000	62'311060

Una de las principales causas que, sin duda alguna, son rémora para la adopción del procedimiento equitativo ó racional en el descuento de efectos comerciales, consiste en lo engorroso de su cálculo, el cual lo es aún más cuando, por re-

(1) En rigor este resultado debería ser exactamente el mismo que ofrece el descuento simple, método racional, cuando el tiempo es un año. La pequeña discrepancia que se observa, procede de la falta de aproximación de los logaritmos, de modo que, valiéndonos de tablas que contuvieran de diez á doce cifras decimales, resultaría la exactitud apetecida.

ferirse el tiempo á un número de días, se adopta el divisor legal 36500, más el producto del número dado de días por la tasa.

El deseo de remover semejantes entorpecimientos, nos impulsó á calcular las tablas referentes al descuento simple equitativo, según el año común de 365 días, con lo cual entendemos contribuir, dentro de la modesta esfera de nuestra acción, á que prevalezca el citado método sobre el abusivo ó práctico, que de consuno rechazan la equidad y la justicia (1).

Desde ahora queda, pues, salvado el escollo que ofrecía la aplicación del procedimiento racional ó equitativo, ya que, por medio de las tablas que presentamos, se resuelven con suma facilidad y rapidez todas las cuestiones relacionadas con aquél.

Como consecuencia positiva que, tal vez, pudiera alcanzarse de nuestra sencilla labor, de acuerdo con el lema que ostenta esta Academia *Utile non subtile legit*, podría la misma, cuando lo estimase oportuno, dirigirse á los Poderes del Estado exponiéndoles la conveniencia de que en el Código de Comercio se introdujera el precepto de que las operaciones de descuento hubiesen de calcularse con arreglo al procedimiento racional, toda vez que tolerándose el que se emplea en la práctica, no sólo se prohija la injusticia, sinó que, además, en ciertos casos, según se expuso, puede su importe anular por completo el valor sujeto al descuento.

Juzgamos, con lo dicho, haber planteado, con la amplitud suficiente, el tema que nos habíamos propuesto; esperando que se apreciará, en lo que valga, nuestro buen deseo, dirigido siempre á coadyuvar al desarrollo de la riqueza pública y privada de nuestra idolatrada Patria, para el logro de lo cual no puede olvidarse *que el comercio de hoy ha de tener más de científico que antes tenía de aleatorio.*

28 de febrero de 1901.

---

(1) No presentamos las tablas referentes al descuento compuesto, ó sean las necesarias para hallar el valor de *c*, toda vez que las insertan casi todos los autores que se ocupan del interés compuesto, cuando tratan de averiguar el capital primitivo que debe imponerse á interés compuesto para obtener la suma C al cabo de *a* años.

TABLAS DEL DESCUENTO SIMPLE

CORRESPONDIENTES Á 1 PESETA [1]

desde 1 á 366 días según el método equitativo ó racional

Las tablas que á continuación se estampan contienen el descuento simple equitativo ó racional correspondiente á una unidad de valor nominal (que representamos por una peseta) desde 1 á 366 días, con arreglo al divisor 36.500 sumado al producto del número de días por la tasa.

Formación de las tablas.—Se han construído hallando directamente, por medio de la fórmula, el descuento del capital 1 á contar desde 1 á 366 días y á razón de $^1/_2$, 1, 2, 3, 4, 5 y 6 por ciento anual, que son las tasas más comunes.

Ejemplo:

Calcúlese el importe del descuento racional de 1 peseta, durante 100 días al 6 por ciento al año.

$$d'_o = \frac{1 \times 100 \times 6}{36500 + 100 \times 6} = \frac{600}{37.100} = 0'0161725 \qquad (2)$$

que precisamente es el número de la tabla escrito en la columna del 6 p. $^e/_o$ enfrente de los 100 días.

Uso de las tablas.—Comprendiendo las tablas el descuento de una unidad, para hallar el que corresponde á otro capital nominal cualquiera bastará multiplicar éste por el número que se encuentra enfrente de los días propuestos en la columna del tanto por ciento dado. (3)

Ejemplo:

¿Cuál será el importe del descuento equitativo de un pagaré de 7520 francos vencedero dentro de 60 días, descontado á razón del 5 por 100 anual? (año común de 365 días).

Búsquese en la columna de las tablas destinada al 5 por 100, el número que

---

(1) Representamos el capital nominal por 1 peseta, ya que en España es la moneda de cuenta; pero no debe olvidarse que esta tabla contiene el descuento simple equitativo, correspondiente á una unidad de capital, sea cual fuere la forma en que el mismo venga expresado.

(2) Los resultados están aproximados hasta la séptima cifra decimal, habiendo añadido una unidad á ésta. Siempre que la octava cifra desechada excede de cinco.

(3) De la fórmula $d'_o = V \times \frac{d' \times t}{36500 + d' \times t}$ contiene la tabla únicamente el valor del quebrado $\frac{d' \times t}{36500 + d' \times t}$, y por lo tanto, debe multiplicarse aquél por el valor nominal propuesto. Cuando éste viene expresado por la unidad seguida de ceros, la operación resulta en extremo sencilla.

enfrente de los 60 días, que es 0'0081522, y, multiplicándolo por el capital nominal 7520 [1], tendremos el importe del descuento que se pide:

$$0'0081522 \times 7520 = 61'30 \text{ francos.}$$

Puede comprobarse el resultado obtenido por medio de la fórmula del descuento:

$$d'_0 = \frac{7520 \times 60 \times 5}{36500 + 60 \times 5} = \frac{22560}{368} = 61'30 \text{ francos.}$$

Cuando el tanto por ciento dado sea distinto de los que vienen directamente consignados en nuestra tabla, por ejemplo, si se tratara del 6 y $^1/_2$ por 100, no podrá recurrirse á buscar por separado el importe de los descuentos parciales del 6 y del $^1/_2$ por 100, que figuran en aquélla, pues la suma de los mismos, no produciría el resultado verdadero, ya que en el método equitativo el descuento no es proporcional á la tasa.

En su consecuencia, deberá en tales casos hacerse aplicación de la respectiva fórmula.

Por medio de las tablas pueden resolverse, además, los otros tres problemas que á continuación presentamos:

1.° Dados el valor efectivo, el número de días y el tanto por ciento, averiguar el valor nominal y el importe del descuento.

Habiendo recibido 79.825'04 pesetas como valor efectivo de un pagaré vencedero dentro de 20 días, descontado equitativamente al 4 p. $^0/_0$ anual, se desea averiguar cuál era el capital que representaba dicho documento, y á cuanto ascendió el importe del descuento (año común).

Buscaremos en la columna del 4 por 100, el número escrito enfrente de los 20 días, que es 0'0021870, y, restándolo de la unidad, resulta 0'9978130, de donde

$$\frac{\text{Valor efectivo}}{0'9978130} : \frac{\text{Valor nominal}}{1} :: \frac{\text{Valor efectivo}}{79.825'04} : \frac{\text{Valor nominal}}{V}$$

$$V = \frac{79825'04}{0'9978130} = 80000 \text{ pesetas.}$$

Hallado el valor nominal, fácilmente encontrarémos el descuento:

$$d'_0 = 80000 - 79825'04 = 174'96 \text{ pesetas.}$$

---

(1) Cuando el número de cifras del valor nominal exceda de cinco, no podrá hacerse uso de las presentes tablas, si se desea obtener el descuento con la debida aproximación; y, por lo tanto, en el citado caso deberémos valernos del empleo de la fórmula, pues, de lo contrario, sería preciso formar otras tablas que contuvieran mayor número de cifras decimales.

Comprobación:

Recordando que el descuento equitativo es igual al interés del valor efectivo, tendrémos:

$$y = \frac{79825'04 \times 20 \times 4}{36500} = 174'96 \text{ pesetas; importe del descuento, } y, \text{ de consiguiente,}$$

$$V = 79.825'04 + 174'96 = 80000 \text{ pesetas.}$$

2.° Conociendo el descuento, el valor nominal [1] y el tanto por ciento, hallar el número de días.

Habiendo sufrido un descuento de 174'96 pesetas por un pagaré de 80000 pesetas, descontado equitativamente al 4 por 100 anual, se desea conocer el número de días que se adelantó el pago del citado documento.

$$\frac{\text{Valor nominal}}{80000} : \frac{\text{Descuento}}{174'96} :: \frac{\text{Valor nominal}}{1} : \frac{\text{Descuento}}{x}$$

$$x = \frac{174'96}{80000} = 0'0021870.$$

Buscando el número resultante en la columna del 4 p.°/₀ de las tablas, observamos que se encuentra escrito exactamente [2] enfrente de los 20 días, lo cual nos indica que éste es el tiempo pedido.

3.° Conociendo el descuento, el valor nominal y el número de días, hallar el tanto por ciento.

¿A qué tanto por ciento anual se descontó equitativamente un pagaré de 80000 pesetas para que en 20 días deban rebajarse 174'96 pesetas?

Del mismo modo que en el problema anterior, se determinará ante todo el descuento correspondiente á la unidad, dividiendo el importe total del mismo por el valor nominal:

$$\frac{174'96}{80000} = 0'0021870.$$

Y buscando esta cantidad enfrente de los 20 días, la encontramos escrita en la columna del 4 p.°/₀, lo que nos dice que éste es el tanto que se desea conocer.

---

(1) Si, en lugar de conocer el valor nominal, se nos diera el efectivo y el importe del descuento, fácilmente obtendríamos el primero, toda vez que $V = v + d'_0$

(2) En la práctica no se lograrán siempre resultados tan exactos; pero deben obtenerse muy aproximados á los números que figuran en las tablas.

Días	1/2 p. %	1 p. %	2 p. %	3 p. %	4 p. %	5 p. %	6 p. %
1	0'0000137	0'0000274	0'0000548	0'0000822	0'0001096	0'0001370	0'0001643
2	0'0000274	0'0000548	0'0001096	0'0001643	0'0002191	0'0002739	0'0003286
3	0'0000411	0'0000822	0'0001643	0'0002465	0'0003286	0'0004108	0'0004929
4	0'0000548	0'0001096	0'0002191	0'0003286	0'0004382	0'0005476	0'0006571
5	0'0000685	0'0001370	0'0002739	0'0004108	0'0005476	0'0006845	0'0008212
6	0'0000822	0'0001643	0'0003286	0'0004929	0'0006571	0'0008212	0'0009853
7	0'0000959	0'0001917	0'0003834	0'0005750	0'0007665	0'0009580	0'0011494
8	0'0001096	0'0002191	0'0004382	0'0006571	0'0008759	0'0010947	0'0013133
9	0'0001233	0'0002465	0'0004929	0'0007392	0'0009853	0'0012313	0'0014773
10	0'0001370	0'0002739	0'0005476	0'0008212	0'0010947	0'0013680	0'0016411
11	0'0001507	0'0003013	0'0006024	0'0009033	0'0012040	0'0015046	0'0018049
12	0'0001643	0'0003286	0'0006571	0'0009853	0'0013133	0'0016411	0'0019687
13	0'0001780	0'0003560	0'0007118	0'0010673	0'0014226	0'0017776	0'0021324
14	0'0001917	0'0003834	0'0007665	0'0011494	0'0015319	0'0019141	0'0022961
15	0'0002054	0'0004108	0'0008212	0'0012313	0'0016411	0'0020506	0'0024597
16	0'0002191	0'0004382	0'0008759	0'0013133	0'0017503	0'0021870	0'0026232
17	0'0002328	0'0004655	0'0009306	0'0013953	0'0018595	0'0023233	0'0027867
18	0'0002465	0'0004929	0'0009853	0'0014773	0'0019687	0'0024597	0'0029502
19	0'0002602	0'0005203	0'0010400	0'0015592	0'0020779	0'0025960	0'0031136
20	0'0002739	0'0005476	0'0010947	0'0016411	0'0021870	0'0027322	0'0032769
21	0'0002876	0'0005750	0'0011494	0'0017230	0'0022961	0'0028685	0'0034402
22	0'0003013	0'0006024	0'0012040	0'0018049	0'0024052	0'0030046	0'0036034
23	0'0003150	0'0006297	0'0012587	0'0018868	0'0025142	0'0031408	0'0037666
24	0'0003286	0'0006571	0'0013133	0'0019687	0'0026232	0'0032769	0'0039297
25	0'0003423	0'0006845	0'0013680	0'0020506	0'0027322	0'0034130	0'0040928

Días	1/2 p. °/°	1 p. °/°	2 p. °/°	3 p. °/°	4 p. °/°	5 p. °/°	6 p. °/°
26	0'0003560	0'0007118	0'0014226	0'0021324	0'0028412	0'0035490	0'0042558
27	0'0003697	0'0007392	0'0014773	0'0022143	0'0029502	0'0036850	0'0044187
28	0'0003834	0'0007665	0'0015319	0'0022961	0'0030591	0'0038210	0'0045816
29	0'0003971	0'0007939	0'0015865	0'0023779	0'0031680	0'0039569	0'0047445
30	0'0004108	0'0008212	0'0016411	0'0024597	0'0032769	0'0040928	0'0049073
31	0'0004245	0'0008486	0'0016957	0'0025415	0'0033857	0'0042286	0'0050700
32	0'0004342	0'0008759	0'0017503	0'0026232	0'0034946	0'0043644	0'0052327
33	0'0004518	0'0009033	0'0018049	0'0027050	0'0036034	0'0045002	0'0053954
34	0'0004655	0'0009306	0'0018595	0'0027867	0'0037122	0'0046359	0'0055580
35	0'0004792	0'0009580	0'0019141	0'0028685	0'0038210	0'0047716	0'0057205
36	0'0004929	0'0009853	0'0019687	0'0029502	0'0039297	0'0049073	0'0058830
37	0'0005066	0'0010127	0'0020233	0'0030319	0'0040384	0'0050429	0'0060454
38	0'0005203	0'0010400	0'0020779	0'0031136	0'0041471	0'0051785	0'0062078
39	0'0005340	0'0010673	0'0021324	0'0031952	0'0042558	0'0053141	0'0063701
40	0'0005476	0'0010947	0'0021870	0'0032769	0'0043644	0'0054496	0 0065324
41	0'0005613	0'0011220	0'0022415	0'0033585	0'0044730	0'0055851	0'0066946
42	0'0005750	0'0011494	0'0022961	0'0034402	0'0045816	0'0057205	0'0068568
43	0'0005887	0'0011767	0'0023506	0'0035218	0'0046902	0'0058559	0'0070189
44	0'0006024	0'0012040	0'0024052	0'0036034	0'0047988	0'0059913	0'0071809
45	0'0006161	0'0012313	0'0024597	0'0036850	0'0049073	0'0061266	0'0073429
46	0'0006297	0'0012587	0'0025142	0'0037666	0'0050158	0'0062619	0'0075049
47	0'0006434	0'0012860	0'0025687	0'0038481	0'0051243	0'0063972	0'0076668
48	0'0006571	0'0013133	0'0026232	0'0039297	0'0052327	0'0065324	0'0078286
49	0'0006708	0'0013407	0'0026777	0'0040112	0'0053412	0'0066676	0'0079904
50	0'0006845	0'0013680	0'0027322	0'0040928	0'0054496	0'0068027	0'0081522

Días	½ p. °/₀	1 p. °/₀	2 p. °/₀	3 p. °/₀	4 p. °/₀	5 p. °/₀	6 p. °/₀
51	0‘0006981	0·0013953	0‘0027867	0‘0041743	0‘0055580	0‘0069378	0‘0083139
52	0‘0007118	0‘0014226	0·0028412	0‘0042558	0‘0056663	0‘0070729	0‘0084755
53	0‘0007255	0‘0014499	0‘0028957	0‘0043373	0‘0057747	0‘0072079	0‘0086371
54	0‘0007392	0‘0014773	0‘0029502	0‘0044187	0‘0058830	0‘0073429	0‘0087986
55	0‘0007528	0‘0015046	0‘0030046	0‘0045002	0·0059913	0‘0074779	0‘0089601
56	0‘0007665	0‘0015319	0‘0030591	0‘0045816	0‘0060995	0‘0076128	0‘0091215
57	0‘0007802	0‘0015592	0‘0031136	0‘0046631	0‘0062078	0‘0077477	0‘0092829
58	0·0007939	0‘0015865	0‘0031680	0·0047445	0‘0063160	0‘0078826	0‘0094442
59	0‘0008076	0‘0016138	0‘0032224	0‘0048259	0‘0064242	0‘0080174	0‘0096055
60	0‘0008212	0‘0016411	0‘0032769	0‘0049073	0‘0065324	0‘0081522	0‘0097667
61	0‘0008349	0‘0016684	0‘0033313	0‘0049887	0‘0066405	0‘0082869	0‘0099278
62	0‘0008486	0‘0016957	0·0033857	0‘0050700	0‘0067487	0‘0084216	0‘0100889
63	0‘0008623	0‘0017230	0‘0034402	0‘0051514	0‘0068568	0‘0085563	0‘0102500
64	0‘0008759	0·0017503	0‘0034946	0‘0052327	0‘0069648	0‘0086909	0‘0104110
65	0‘0008896	0‘0017776	0·0035490	0 0053141	0‘0070729	0‘0088255	0·0105720
66	0‘0009033	0‘0018049	0‘0036034	0‘0053954	0‘0071809	0‘0089601	0‘0107329
67	0‘0009170	0‘0018322	0·0036578	0·0054767	0‘0072889	0‘0090946	0‘0108937
68	0‘0009306	0‘0018595	0‘0037122	0‘0055580	0‘0073969	0‘0092291	0·0110545
69	0‘0009443	0‘0018868	0‘0037666	0‘0056392	0‘0075049	0‘0093635	0·0112152
70	0‘0009580	0‘0019141	0‘0038210	0·0057205	0‘0076128	0‘0094980	0‘0113759
71	0‘0009716	0‘0019414	0·0038753	0‘0058017	0‘0077207	0‘0096323	0‘0115366
72	0‘0009853	0‘0019687	0‘0039297	0‘0058830	0‘0078286	0‘0097667	0·0116972
73	0‘0009990	0‘0019960	0‘0039841	0·0059642	0·0079365	0‘0099010	0‘0118577
74	0‘0010127	0‘0020233	0‘0040384	0‘0060454	0‘0080443	0‘0100352	0·0120182
75	0‘0010263	0‘0020506	0‘0040928	0‘0061266	0‘0081522	0‘0101695	0·0121786

Días	1/2 p. %	1 p. %	2 p. %	3 p. %	4 p. %	5 p. %	6 p. %
76	0'0010400	0'0020779	0'0041471	0'0062078	0'0082600	0'0103037	0'0123390
77	0'0010537	0'0021051	0'0042014	0'0062890	0'0083677	0'0104378	0'0124993
78	0'0010673	0'0021324	0'0042558	0'0063701	0'0084755	0'0105720	0'0126596
79	0'0010810	0'0021597	0'0043101	0'0064513	0'0085832	0'0107060	0'0128198
80	0'0010947	0'0021870	0'0043644	0'0065324	0'0086909	0'0108401	0'0129800
81	0'0011083	0'0022143	0'0044187	0'0066135	0'0087986	0'0109741	0'0131401
82	0'0011220	0'0022415	0'0044730	0'0066946	0'0089063	0'0111081	0'0133002
83	0'0011357	0'0022688	0'0045273	0'0067757	0'0090139	0'0112420	0'0134602
84	0'0011494	0'0022961	0'0045816	0'0068568	0'0091215	0'0113759	0'0136201
85	0'0011630	0'0023233	0'0046359	0'0069378	0'0092291	0'0115098	0'0137800
86	0'0011767	0'0023506	0'0046902	0'0070189	0'0093367	0'0116436	0'0139399
87	0'0011904	0'0023779	0'0047445	0'0070999	0'0094442	0'0117774	0'0140997
88	0'0012040	0'0024052	0'0047988	0'0071809	0'0095517	0'0119112	0'0142595
89	0'0012177	0'0024324	0'0048530	0'0072619	0'0096592	0'0120449	0'0144192
90	0'0012313	0'0024597	0'0049073	0'0073429	0'0097667	0'0121786	0'0145788
91	0'0012450	0'0024869	0'0049616	0'0074239	0'0098741	0'0123123	0'0147384
92	0'0012587	0'0025142	0'0050158	0'0075049	0'0099815	0'0124459	0'0148980
93	0'0012723	0'0025415	0'0050700	0'0075858	0'0100889	0'0125795	0'0150575
94	0'0012860	0'0025687	0'0051243	0'0076668	0'0101963	0'0127130	0'0152169
95	0'0012997	0'0025960	0'0051785	0'0077477	0'0103037	0'0128465	0'0153763
96	0'0013133	0'0026232	0'0052327	0'0078286	0'0104110	0'0129800	0'0155356
97	0'0013270	0'0026505	0'0052870	0'0079095	0'0105183	0'0131134	0'0156949
98	0'0013407	0'0026777	0'0053412	0'0079904	0'0106256	0'0132468	0'0158542
99	0'0013543	0'0027050	0'0053954	0'0080713	0'0107329	0'0133802	0'0160134
100	0'0013680	0'0027322	0'0054496	0'0081522	0'0108401	0'0135135	0'0161725

Días	1/2 p. %	1 p. %	2 p. %	3 p. %	4 p. %	5 p. %	6 p. %
101	0'0013816	0'0027595	0'0055038	0'0082336	0'0109473	0'0136468	0'0163316
102	0'0013953	0'0027867	0'0055580	0'0083139	0'0110545	0'0137806	0'0164906
103	0'0014090	0'0028140	0'0056122	0'0083947	0'0111617	0'0139133	0'0166496
104	0'0014226	0'0028412	0'0056663	0'0084755	0'0112688	0'0140465	0'0168085
105	0'0014363	0'0028685	0'0057205	0'0085563	0'0113759	0'0141796	0'0169674
106	0'0014499	0'0028957	0'0057747	0'0086371	0'0114830	0'0143127	0'0171262
107	0'0014636	0'0029229	0'0058288	0'0087178	0'0115901	0'0144458	0'0172850
108	0'0014773	0'0029502	0'0058830	0'0087986	0'0116972	0'0145788	0'0174437
109	0'0014909	0'0029774	0'0059371	0'0088793	0'0118042	0'0147118	0'0176024
110	0'0015046	0'0030046	0'0059913	0'0089601	0'0119112	0'0148448	0'0177610
111	0'0015182	0'0030319	0'0060454	0'0090408	0'0120182	0'0149777	0'0179196
112	0'0015319	0'0030591	0'0060995	0'0091215	0'0121251	0'0151106	0'0180781
113	0'0015455	0'0030863	0'0061537	0'0092022	0'0122321	0'0152435	0'0182366
114	0'0015592	0'0031136	0'0062078	0'0092829	0'0123390	0'0153763	0'0183950
115	0'0015729	0'0031408	0'0062619	0'0093635	0'0124459	0'0155091	0'0185534
116	0'0015865	0'0031680	0'0063160	0'0094442	0'0125527	0'0156418	0'0187117
117	0'0016002	0'0031952	0'0063701	0'0095248	0'0126596	0'0157746	0'0188699
118	0'0016138	0'0032224	0'0064242	0'0096055	0'0127664	0'0159072	0'0190282
119	0'0016275	0'0032497	0'0064783	0'0096861	0'0128732	0'0160399	0'0191863
120	0'0016411	0'0032769	0'0065324	0'0097667	0'0129800	0'0161725	0'0193444
121	0'0016548	0'0033041	0'0065865	0'0098473	0'0130867	0'0163051	0'0195025
122	0'0016684	0'0033313	0'0066405	0'0099278	0'0131935	0'0164376	0'0196605
123	0'0016821	0'0033585	0'0066946	0'0100084	0'0133002	0'0165701	0'0198185
124	0'0016957	0'0033857	0'0067487	0'0100889	0'0134068	0'0167026	0'0199764
125	0'0017094	0'0034130	0'0068027	0'0101695	0'0135135	0'0168350	0'0201342

Días	½ p. °/°	1 p. °/°	2 p. °/°	3 p. °/°	4 p. °/°	5 p. °/°	6 p. °/°
126	0'0017230	0'0034402	0'0068568	0'0102500	0'0136201	0'0169674	0'0202920
127	0'0017367	0'0034674	0'0069108	0'0103305	0'0137207	0'0170998	0'0204498
128	0'0017503	0'0034946	0'0069648	0'0104110	0'0138333	0'0172321	0'0206075
129	0'0017640	0'0035218	0'0070189	0'0104915	0'0139399	0'0173644	0'0207651
130	0'0017776	0'0035490	0'0070729	0'0105720	0'0140465	0'0174966	0'0209227
131	0'0017913	0'0035762	0'0071269	0'0106524	0'0141530	0'0176288	0'0210803
132	0'0018049	0'0036034	0'0071809	0'0107329	0'0142595	0'0177610	0'0212378
133	0'0018186	0'0036306	0'0072349	0'0108133	0'0143659	0'0178932	0'0213952
134	0'0018322	0'0036578	0'0072889	0'0108937	0'0144724	0'0180253	0'0215526
135	0'0018459	0'0036850	0'0073429	0'0109741	0'0145788	0'0181574	0'0217100
136	0'0018595	0'0037122	0'0073969	0'0110545	0'0146852	0'0182894	0'0218673
137	0'0018732	0'0037394	0'0074509	0'0111349	0'0147916	0'0184214	0'0220245
138	0'0018868	0'0037666	0'0075049	0'0112152	0'0148980	0'0185534	0'0221817
139	0'0019005	0'0037938	0'0075589	0'0112956	0'0150043	0'0186853	0'0223389
140	0'0019141	0'0038210	0'0076128	0'0113759	0'0151106	0'0188172	0 0224960
141	0'0019278	0'0038481	0'0076668	0'0114563	0'0152169	0'0189491	0'0226530
142	0'0019414	0'0038753	0'0077207	0'0115366	0'0153232	0'0190809	0'0228100
143	0'0019551	0'0039025	0'0077747	0'0116169	0'0154294	0'0192127	0'0229670
144	0'0019687	0'0039297	0'0078286	0'0116972	0'0155356	0'0193444	0'0231239
145	0'0019824	0'0039569	0'0078826	0'0117774	0'0156418	0'0194761	0'0232807
146	0'0019960	0'0039841	0'0079365	0'0118577	0'0157480	0'0196078	0'0234375
147	0'0020096	0'0040112	0'0079904	0'0119379	0'0158542	0'0197395	0'0235942
148	0'0020233	0'0040384	0'0080443	0'0120182	0'0159603	0'0198711	0'0237509
149	0'0020369	0'0040656	0'0080983	0'0120984	0'0160664	0'0200027	0'0239076
150	0'0020506	0'0040928	0'0081522	0'0121786	0'0161725	0'0201342	0'0240642

Días	1/2 p. %	1 p. %	2 p. %	3 p. %	4 p. %	5 p. %	6 p. %
151	0'0020642	0'0041199	0'0082061	0'0122588	0'0162786	0'0202657	0'0242207
152	0'0020779	0'0041471	0'0082600	0'0123390	0'0163846	0'0203972	0'0243772
153	0'0020915	0'0041743	0'0083139	0'0124192	0'0164906	0'0205286	0'0245336
154	0'0021051	0'0042014	0'0083677	0'0124993	0'0165966	0'0206600	0'0246900
155	0'0021188	0'0042286	0'0084216	0'0125795	0'0167026	0'0207914	0'0248464
156	0'0021324	0'0042558	0'0084755	0'0126596	0'0168085	0'0209227	0'0250027
157	0'0021461	0'0042829	0'0085294	0'0127397	0'0169144	0'0210540	0'0251589
158	0'0021597	0'0043101	0'0085832	0'0128198	0'0170203	0'0211852	0'0253151
159	0'0021733	0'0043373	0'0086371	0'0128999	0'0171262	0'0213165	0'0254712
160	0'0021870	0'0043644	0'0086909	0'0129800	0'0172321	0'0214477	0'0256273
161	0'0022006	0'0043916	0'0087448	0'0130600	0'0173379	0'0215789	0'0257834
162	0'0022143	0'0044187	0'0087986	0'0131401	0'0174437	0'0217100	0'0259394
163	0'0022279	0'0044459	0'0088524	0'0132201	0'0175495	0'0218411	0'0260953
164	0'0022415	0'0044730	0'0089063	0'0133002	0'0176553	0'0219721	0'0262512
165	0'0022552	0'0045002	0'0089601	0'0133802	0'0177610	0'0221031	0'0264070
166	0'0022688	0'0045273	0'0090139	0'0134602	0'0178667	0'0222341	0'0265628
167	0'0022824	0'0045545	0'0090677	0'0135402	0'0179724	0'0223651	0'0267186
168	0'0022961	0'0045816	0'0091215	0'0136201	0'0180781	0'0224960	0'0268743
169	0'0023097	0'0046088	0'0091753	0'0137001	0'0181838	0'0226268	0'0270299
170	0'0023233	0'0046359	0'0092291	0'0137800	0'0182894	0'0227577	0'0271855
171	0'0023370	0'0046631	0'0092829	0'0138600	0'0183950	0'0228885	0'0273410
172	0'0023506	0'0046902	0'0093367	0'0139399	0'0185006	0'0230193	0'0274965
173	0'0023643	0'0047174	0'0093904	0'0140198	0'0186061	0'0231500	0'0276520
174	0'0023779	0'0047445	0'0094442	0'0140997	0'0187117	0'0232807	0'0278074
175	0'0023915	0'0047716	0'0094980	0'0141796	0'0188172	0'0234114	0'0279627

Días	1/2 p. %	1 p. %	2 p. %	3 p. %	4 p. %	5 p. %	6 p. %
176	0'0024052	0'0047988	0'0095517	0'0142595	0'0189227	0'0235420	0'0281180
177	0'0024188	0'0048259	0'0096055	0'0143393	0'0190282	0'0236726	0'0282732
178	0'0024324	0'0048530	0'0096592	0'0144192	0'0191336	0'0238031	0'0284284
179	0'0024461	0'0048802	0'0097129	0'0144990	0'0192390	0'0239337	0'0285836
180	0'0024597	0'0049073	0'0097667	0'0145788	0'0193444	0'0240642	0'0287387
181	0'0024733	0'0049344	0'0098204	0'0146586	0'0194498	0'0241946	0'0288937
182	0'0024869	0'0049616	0'0098741	0'0147384	0'0195552	0'0243250	0'0290487
183	0'0025006	0'0049887	0'0099278	0'0148182	0'0196605	0'0244554	0'0292037
184	0'0025142	0'0050158	0'0099815	0'0148980	0'0197658	0'0245858	0'0293586
185	0'0025278	0'0050429	0'0100352	0'0149777	0'0198711	0'0247161	0'0295134
186	0'0025415	0'0050700	0'0100889	0'0150575	0'0199764	0'0248464	0'0296682
187	0'0025551	0'0050972	0'0101426	0'0151372	0'0200816	0'0249766	0'0298230
188	0'0025687	0'0051243	0'0101963	0'0152169	0'0201868	0'0251068	0'0299777
189	0'0025823	0'0051514	0'0102500	0'0152966	0'0202920	0'0252370	0'0301323
190	0'0025960	0'0051785	0'0103037	0'0153763	0'0203972	0'0253671	0'0302869
191	0'0026096	0'0052056	0'0103573	0'0154560	0'0205024	0'0254972	0'0304415
192	0'0026232	0'0052327	0'0104110	0'0155356	0'0206075	0'0256273	0'0305960
193	0'0026369	0'0052598	0'0104647	0'0156153	0'0207126	0'0257574	0'0307504
194	0'0026505	0'0052870	0'0105183	0'0156949	0'0208177	0'0258874	0'0309048
195	0'0026641	0'0053141	0'0105720	0'0157746	0'0209227	0'0260173	0'0310592
196	0'0026777	0'0053412	0'0106256	0'0158542	0'0210278	0'0261473	0'0312135
197	0'0026914	0'0053683	0'0106792	0'0159338	0'0211328	0'0262772	0'0313678
198	0'0027050	0'0053954	0'0107329	0'0160134	0'0212378	0'0264070	0'0315220
199	0'0027186	0'0054225	0'0107865	0'0160929	0'0213428	0'0265369	0'0316761
200	0'0027322	0'0054496	0'0108401	0'0161725	0'0214477	0'0266667	0'0318302

Días	1/2 p. %	1 p. %	2 p. %	3 p. %	4 p. %	5 p. %	6 p. %
201	0'0027459	0'0054767	0'0108937	0'0162520	0'0215526	0'0267964	0'0319843
202	0'0027595	0'0055038	0'0109473	0'0163316	0'0216575	0'0269261	0'0321383
203	0'0027731	0'0055309	0'0110009	0'0164111	0'0217624	0'0270558	0'0322923
204	0'0027867	0'0055580	0'0110545	0'0164906	0'0218673	0'0271855	0'0324462
205	0'0028003	0'0055851	0'0111081	0'0165701	0'0219721	0'0273151	0'0326001
206	0'0028140	0'0056122	0'0111617	0'0166496	0'0220769	0'0274447	0'0327539
207	0'0028276	0'0056392	0'0112152	0'0167291	0'0221817	0'0275743	0'0329076
208	0'0028412	0'0056663	0'0112688	0'0168085	0'0222865	0'0277038	0'0330613
209	0'0028548	0'0056934	0'0113224	0'0168880	0'0223912	0'0278333	0'0332150
210	0'0028685	0'0057205	0'0113759	0'0169674	0'0224960	0'0279627	0'0333686
211	0'0028821	0'0057476	0'0114295	0'0170468	0'0226007	0'0280921	0'0335222
212	0'0028957	0'0057747	0'0114830	0'0171262	0'0227054	0'0282215	0'0336757
213	0'0029093	0'0058017	0'0115366	0'0172056	0'0228100	0'0283508	0'0338292
214	0'0029229	0'0058288	0'0115901	0'0172850	0'0229146	0'0284802	0'0339826
215	0'0029365	0'0058559	0'0116436	0 0173644	0'0230193	0'0286094	0'0341360
216	0'0029502	0'0058830	0'0116972	0'0174437	0'0231239	0'0287387	0'0342893
217	0'0029638	0'0059101	0'0117507	0'0175231	0'0232284	0'0288679	0'0344426
218	0'0029774	0'0059371	0'0118042	0'0176024	0'0233330	0'0289971	0'0345958
219	0'0029910	0'0059642	0'0118577	0'0176817	0'0234375	0'0291262	0'0347490
220	0'0030046	0'0059913	0'0119112	0·0177610	0'0235420	0'0292553	0'0349022
221	0'0030182	0'0060183	0'0119647	0'0178403	0'0236465	0'0293844	0'0350553
222	0'0030319	0'0060454	0'0120182	0'0179196	0'0237509	0'0295134	0'0352083
223	0'0030455	0'0060725	0·0120717	0·0179989	0'0238554	0'0296424	0'0353613
224	0'0030591	0'0060995	0'0121251	0'0180781	0'0239598	0'0297714	0'0355142
225	0'0030727	0'0061266	0'0121786	0'0181574	0'0240642	0'0299003	0'0356671

Días	1/2 p. %/°	1 p. %	2 p. %	3 p. %	4 p. %	5 p. %	6 p. %
226	0'0030863	0'0061537	0'0122321	0'0182366	0'0241685	0'0300292	0'0358199
227	0'0030999	0'0061807	0'0122855	0'0183158	0'0242729	0'0301581	0'0359727
228	0'0031136	0'0062078	0'0123390	0'0183950	0'0243772	0'0302869	0'0361255
229	0'0031272	0'0062348	0'0123924	0'0184742	0'0244815	0'0304157	0'0362782
230	0'0031408	0'0062619	0'0124459	0'0185534	0'0245858	0'0305445	0'0364308
231	0'0031544	0'0062890	0'0124993	0'0186325	0'0246900	0'0306732	0'0365834
232	0'0031680	0'0063160	0'0125527	0'0187117	0'0247943	0'0308019	0'0367360
233	0'0031816	0'0063431	0'0126062	0'0187908	0'0248985	0'0309306	0'0368885
234	0'0031952	0'0063701	0'0126596	0'0188699	0'0250027	0'0310592	0'0370409
235	0'0032088	0'0063972	0'0127130	0'0189491	0'0251068	0'0311878	0'0371933
236	0'0032224	0'0064242	0'0127664	0'0190282	0'0252110	0'0313163	0'0373457
237	0'0032361	0'0064513	0'0128198	0'0191072	0'0253151	0'0314449	0'0374980
238	0'0032497	0'0064783	0'0128732	0'0191863	0'0254192	0'0315734	0'0376503
239	0'0032633	0'0065054	0'0129266	0'0192654	0'0255233	0'0317018	0'0378025
240	0'0032769	0'0065324	0'0129800	0'0193444	0'0256273	0'0318302	0 0379547
241	0'0032905	0'0065594	0'0130334	0'0194235	0'0257314	0'0319586	0'0381068
242	0'0033041	0'0065865	0'0130867	0'0195025	0'0258354	0'0320870	0'0382588
243	0'0033177	0'0066135	0'0131401	0'0195815	0'0259394	0'0322153	0'0384109
244	0'0033313	0'0066405	0'0131935	0'0196605	0'0260433	0'0323436	0'0385628
245	0'0033449	0'0066676	0'0132468	0'0197395	0'0261473	0'0324718	0'0387148
246	0'0033585	0'0066946	0'0133002	0'0198185	0'0262512	0'0326001	0'0388666
247	0'0033721	0'0067216	0'0133535	0'0198974	0'0263551	0'0327282	0'0390185
248	0'0033857	0'0067487	0'0134068	0'0199764	0'0264590	0'0328564	0'0391703
249	0'0033993	0'0067757	0'0134602	0'0200553	0'0265628	0'0329845	0'0393220
250	0'0034130	0'0068027	0'0135135	0'0201342	0'0266667	0'0331126	0'0394737

Días	1/2 p. °/o	1 p. °/o	2 p. °/o	3 p. °/o	4 p. °/o	5 p. °/o	6 p. °/o
251	0‘0034266	0‘0068297	0‘0135668	0‘0202131	0‘0267705	0‘0332406	0‘0396253
252	0‘0034402	0‘0068568	0‘0136201	0‘0202920	0‘0268743	0‘0333686	0‘0397769
253	0‘0034538	0‘0068838	0‘0136734	0‘0203709	0‘0269780	0‘0334966	0‘0399284
254	0‘0034674	0‘0069108	0‘0137267	0‘0204498	0‘0270818	0‘0336246	0‘0400799
255	0‘0034810	0‘0069378	0‘0137800	0‘0205286	0‘0271855	0‘0337525	0‘0402314
256	0‘0034946	0‘0069648	0‘0138333	0‘0206075	0‘0272892	0‘0338803	0‘0403828
257	0‘0035082	0‘0069919	0‘0138866	0‘0206863	0‘0273929	0‘0340082	0‘0405341
258	0‘0035218	0‘0070189	0‘0139399	0‘0207651	0‘0274965	0‘0341360	0‘0406854
259	0‘0035354	0‘0070459	0‘0139932	0‘0208439	0‘0276002	0‘0342638	0‘0408367
260	0‘0035490	0‘0070729	0‘0140465	0‘0209227	0‘0277038	0‘0343915	0‘0409879
261	0‘0035626	0‘0070999	0‘0140997	0‘0210015	0‘0278074	0‘0345192	0‘0411391
262	0‘0035762	0‘0071269	0‘0141530	0‘0210803	0‘0279109	0‘0346469	0‘0412902
263	0‘0035898	0‘0071539	0‘0142062	0‘0211590	0‘0280145	0‘0347746	0‘0414412
264	0‘0036034	0‘0071809	0‘0142595	0‘0212378	0‘0281180	0‘0349022	0‘0415923
265	0‘0036170	0‘0072079	0‘0143127	0‘0213165	0‘0282215	0‘0350297	0‘0417432
266	0‘0036306	0‘0072349	0‘0143659	0‘0213952	0‘0283250	0 0351573	0‘0418942
267	0‘0036442	0‘0072619	0‘0144192	0‘0214739	0‘0284284	0‘0352848	0‘0420450
268	0‘0036578	0‘0072889	0‘0144724	0‘0215526	0‘0285319	0‘0354123	0‘0421959
269	0‘0036714	0‘0073159	0‘0145256	0‘0216313	0‘0286353	0‘0355397	0‘0423466
270	0‘0036850	0‘0073429	0‘0145788	0‘0217100	0‘0287387	0‘0356571	0‘0424974
271	0‘0036986	0‘0073699	0‘0146320	0‘0217886	0‘0288421	0‘0357945	0‘0426481
272	0‘0037122	0‘0073969	0‘0146852	0‘0218673	0‘0289454	0‘0359218	0‘0427987
273	0‘0037258	0‘0074239	0‘0147384	0‘0219459	0‘0290487	0‘0360491	0‘0429493
274	0‘0037394	0‘0074509	0‘0147916	0‘0220245	0‘0291520	0‘0361764	0‘0430998
275	0‘0037530	0‘0074779	0‘0148448	0‘0221031	0‘0292553	0‘0363036	0‘0432503

Días	1/2 p. %	1 p. %	2 p. %	3 p. %	4 p. %	5 p. %	6 p. %
276	0‘0037666	0‘0075049	0‘0148980	0‘0221817	0‘0293586	0‘0364308	0‘0434008
277	0‘0037802	0‘0075319	0‘0149511	0‘0222603	0‘0294618	0‘0365580	0‘0435512
278	0‘0037938	0‘0075589	0‘0150043	0‘0223389	0‘0295650	0‘0366851	0‘0437015
279	0‘0038074	0‘0075858	0‘0150575	0‘0224174	0‘0296682	0‘0368122	0‘0438518
280	0‘0038210	0‘0076128	0‘0151106	0‘0224960	0‘0297714	0‘0369393	0‘0440021
281	0‘0038345	0‘0076398	0‘0151638	0‘0225745	0‘0298745	0‘0370663	0‘0441523
282	0‘0038481	0‘0076668	0‘0152169	0‘0226530	0‘0299777	0‘0371933	0‘0443025
283	0‘0038617	0‘0076938	0‘0152701	0‘0227315	0‘0300808	0‘0373203	0‘0444526
284	0‘0038753	0‘0077207	0‘0153232	0‘0228100	0‘0301839	0‘0374472	0‘0446027
285	0‘0038889	0‘0077477	0‘0153763	0‘0228885	0‘0302869	0‘0375741	0‘0447527
286	0‘0039025	0‘0077747	0‘0154294	0‘0229670	0‘0303900	0‘0377010	0‘0449026
287	0‘0039161	0‘0078017	0‘0154825	0‘0230455	0‘0304930	0‘0378279	0‘0450526
288	0‘0039297	0‘0078286	0‘0155356	0‘0231239	0‘0305960	0‘0379547	0‘0452025
289	0‘0039433	0‘0078556	0‘0155887	0‘0232023	0‘0306989	0‘0380814	0‘0453523
290	0‘0039569	0‘0078826	0‘0156418	0‘0232807	0‘0308019	0‘0382082	0‘0455021
291	0‘0039705	0‘0079095	0‘0156949	0‘0233591	0‘0309048	0‘0383349	0‘0456518
292	0‘0039841	0‘0079365	0‘0157480	0‘0234375	0‘0310077	0‘0384615	0‘0458015
293	0‘0039976	0‘0079635	0‘0158011	0‘0235159	0‘0311106	0‘0385882	0‘0459512
294	0‘0040112	0‘0079904	0‘0158542	0‘0235942	0‘0312135	0‘0387148	0‘0461008
295	0‘0040248	0‘0080174	0‘0159072	0‘0236726	0‘0313163	0‘0388413	0‘0462503
296	0‘0040384	0‘0080443	0‘0159603	0‘0237509	0‘0314192	0‘0389679	0‘0463998
297	0‘0040520	0‘0080713	0‘0160134	0‘0238293	0‘0315220	0‘0390944	0‘0465493
298	0‘0040656	0‘0080983	0‘0160664	0‘0239076	0‘0316247	0‘0392208	0‘0466987
299	0‘0040792	0‘0081252	0‘0161195	0‘0239859	0‘0317275	0‘0393473	0‘0468481
300	0‘0040928	0‘0081522	0‘0161725	0‘0240642	0‘0318302	0‘0394737	0‘0469974

Días	1/2 p. %	1 p. %	2 p. %	3 p. %	4 p. %	5 p. %	6 p. %
301	0'0041063	0·0081791	0'0162255	0'0241424	0'0319329	0'0396001	0'0471467
302	0'0041199	0·0082061	0'0162786	0'0242207	0'0320356	0'0397264	0'0472959
303	0'0041335	0'0082330	0'0163316	0'0242990	0'0321383	0'0398527	0'0474451
304	0'0041471	0'0082600	0'0163846	0'0243772	0'0322409	0'0399789	0'0475942
305	0'0041607	0'0082869	0'0164376	0'0244554	0'0323436	0'0401052	0'0477433
306	0'0041743	0'0083139	0'0164906	0'0245336	0'0324462	0'0402314	0'0478923
307	0'0041879	0'0083408	0'0165436	0'0246118	0'0325488	0'0403576	0·0480413
308	0'0042014	0'0083677	0'0165966	0'0246900	0'0326513	0'0404837	0'0481902
309	0'0042150	0'0083947	0'0166496	0'0247682	0'0327539	0'0406098	0'0483391
310	0'0042286	0'0084216	0'0167026	0'0248464	0'0328564	0'0407359	0'0484880
311	0'0042422	0'0084486	0'0167556	0'0249245	0'0329589	0'0408619	0·0486368
312	0'0042558	0·0084755	0'0168085	0'0250027	0'0330613	0'0409879	0'0487855
313	0'0042694	0'0085024	0'0168615	0'0250808	0'0331638	0'0411139	0'0489343
314	0'0042829	0'0085294	0'0169144	0'0251589	0'0332662	0'0412398	0·0490829
315	0'0042965	0'0085563	0'0169674	0·0252370	0'0333686	0'0413657	0·0492316
316	0'0043101	0'0085832	0'0170203	0'0253151	0'0334710	0'0414916	0'0493801
317	0'0043237	0'0086101	0'0170733	0'0253932	0'0335734	0'0416174	0'0495287
318	0'0043373	0'0086371	0'0171262	0'0254712	0'0336757	0'0417432	0'0496771
319	0'0043508	0'0086640	0'0171792	0'0255493	0'0337780	0'0418690	0'0498256
320	0'0043644	0'0086909	0'0172321	0·0256273	0'0338803	0'0419947	0'0499740
321	0'0043780	0'0087178	0'0172850	0'0257054	0'0339826	0'0421204	0'0501223
322	0'0043916	0'0087448	0'0173379	0'0257834	0'0340849	0'0422461	0'0502706
323	0'0044052	0·0087717	0·0173908	0·0258614	0·0341871	0'0423718	0'0504188
324	0'0044187	0'0087986	0'0174437	0'0259394	0'0342893	0'0424974	0·0505670
325	0·0044323	0'0088255	0'0174966	0'0260173	0'0343915	0'0426229	0·0507152

Días	1/2 p. %/°	1 p. %	2 p. %	3 p. %	4 p. %	5 p. %	6 p. %
326	0'0044459	0'0088524	0'0175495	0'0260953	0'0344937	0'0427485	0'0508633
327	0'0044595	0'0088793	0'0176024	0'0261733	0'0345958	0'0428740	0'0510114
328	0'0044730	0'0089063	0'0176553	0'0262512	0'0346980	0'0429995	0'0511594
329	0'0044866	0'0089332	0'0177082	0'0263291	0'0348001	0'0431249	0'0513074
330	0'0045002	0'0089601	0'0177610	0'0264070	0'0349022	0'0432503	0'0514553
331	0'0045138	0'0089870	0'0178139	0'0264849	0'0350042	0'0433757	0'0516032
332	0'0045273	0'0090139	0'0178667	0'0265628	0'0351063	0'0435010	0'0517510
333	0'0045409	0'0090408	0'0179196	0'0266407	0'0352083	0'0436263	0'0518988
334	0'0045545	0'0090677	0'0179724	0'0267186	0'0353103	0'0437516	0'0520465
335	0'0045681	0'0090946	0'0180253	0'0267964	0'0354123	0'0438769	0'0521942
336	0'0045816	0'0091215	0'0180781	0'0268743	0'0355142	0'0440021	0'0523419
337	0'0045952	0'0091484	0'0181309	0'0269521	0'0356161	0'0441273	0'0524895
338	0'0046088	0'0091753	0'0181838	0'0270299	0'0357180	0'0442524	0'0526370
339	0'0046224	0'0092022	0'0182366	0'0271077	0'0358199	0'0443775	0'0527845
340	0'0046359	0'0092291	0'0182894	0'0271855	0'0359218	0'0445026	0 0529320
341	0'0046495	0'0092560	0'0183422	0'0272633	0'0360237	0'0446277	0'0530794
342	0'0046631	0'0092829	0'0183950	0'0273410	0'0361255	0'0447527	0'0532268
343	0'0046766	0'0093098	0'0184478	0'0274188	0'0362273	0'0448777	0'0533741
344	0'0046902	0'0093367	0'0185006	0'0274965	0'0363291	0'0450026	0'0535214
345	0'0047038	0'0093635	0'0185534	0'0275743	0'0364308	0'0451275	0'0536686
346	0'0047174	0'0093904	0'0186061	0'0276520	0'0365326	0'0452524	0'0538158
347	0'0047309	0'0094173	0'0186589	0'0277297	0'0366343	0'0453773	0'0539630
348	0'0047445	0'0094442	0'0187117	0'0278074	0'0367360	0'0455021	0'0541101
349	0'0047581	0'0094711	0'0187644	0'0278850	0'0368377	0'0456269	0'0542571
350	0'0047716	0'0094980	0'0188172	0'0279627	0'0369393	0'0457516	0'0544041

PRESENTED
29 MAR 1902

Días	1/2 p. %	1 p. %	2 p. %	3 p. %	4 p. %	5 p. %	6 p. %
351	0‘0047852	0‘0095248	0‘0188699	0‘0280404	0‘0370409	0‘0458763	0‘0545511
352	0‘0047988	0‘0095517	0‘0189227	0‘0281180	0‘0371425	0‘0460010	0‘0546980
353	0‘0048124	0‘0095786	0‘0189754	0‘0281956	0‘0372441	0‘0461257	0‘0548449
354	0‘0048259	0‘0096055	0‘0190282	0‘0282732	0‘0373457	0‘0462503	0‘0549917
355	0‘0048395	0‘0096323	0‘0190809	0‘0283508	0‘0374472	0‘0463749	0‘0551385
356	0‘0048530	0‘0096592	0‘0191336	0‘0284284	0‘0375488	0‘0464995	0‘0552852
357	0‘0048666	0‘0096861	0‘0191863	0‘0285060	0‘0376503	0‘0466240	0‘0554319
358	0‘0048802	0‘0097129	0‘0192390	0‘0285836	0‘0377518	0‘0467485	0‘0555785
359	0‘0048937	0‘0097398	0‘0192917	0‘0286611	0‘0378532	0‘0468730	0‘0557251
360	0‘0049073	0‘0097667	0‘0193444	0‘0287387	0‘0379547	0‘0469974	0‘0558717
361	0‘0049209	0‘0097935	0‘0193971	0‘0288162	0‘0380561	0‘0471218	0‘0560182
362	0‘0049344	0‘0098204	0‘0194498	0‘0288937	0‘0381575	0‘0472461	0‘0561647
363	0‘0049480	0‘0098473	0‘0195025	0‘0289712	0‘0382588	0‘0473705	0‘0563111
364	0‘0049616	0‘0098741	0‘0195552	0‘0290487	0‘0383602	0‘0474948	0‘0564574
365	0‘0049751	0‘0099010	0‘0196078	0‘0291262	0‘0384615	0‘0476190	0‘0566037
366	0‘0049887	0‘0099278	0‘0196605	0‘0292037	0‘0385628	0‘0477433	0‘0567500

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 11

DEL INFINITO

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

ING.° D. LUIS ROUVIÈRE

Publicada en marzo de 1902

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 11

DEL INFINITO

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

ING.° D. LUIS ROUVIÈRE

Publicada en marzo de 1902

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

DEL INFINITO

por el Académico numerario

Ing.° D. Luis Rouvière

Sesión de 28 de junio de 1901

Hay en el mundo sentencias que el vulgo toma con tanta fé como axiomas irrefutables, que apenas si de tiempo en tiempo un impulso generosamente altruista, honradamente moral, rompiendo con vulgaridades malsanas, haciendo la parte de la verdad provechosa y arrostrando con enérgico empeño la censura de vividores del atraso intelectual, osa oponer á absurdos principios, á insensatas teorías, á insustanciales antiguallas, la demostración tangible y científica, probable y probada, de lo absurdo, admitido por muchedumbres jactanciosas, pero sin sentido común, que lo reciben como legado de ramplonas gestaciones de inteligencias de relumbrón.

«Nada hay nuevo bajo la bóveda celeste» ocurrióle decir á cualquier ignorante profesional de primitivos tiempos; pensamiento elaborado para uso de mal cultivados cerebros, que pretenden cubrir su ignorancia tras haraposos tildes inventados sin fundamento sério contra la ciencia verdadera, matemática, demostrativa.

Todo es sucesivamente nuevo en esta Tierra que habitamos, en este Universo grandioso que admiramos, en el espacio y en el tiempo sin medida ni tasa de donde venimos y á donde vamos.

¿Es permanente?, ¿es inmanente la época plutónica, la miocena, la pliocena, para que la época moderna no sea una novedad hija de sucesiva evolución respeto á aquellos tiempos lejanos cuyos días seculares apenas pueden contarlos calenturientas imaginaciones?

¿Es acaso la imagen humana, inmutable, y aun fabricada á hechura de los dioses, fiel trasunto bajo la bóveda celeste, del Plesiosáuro, del Megatério ó del Mastodonte? ¿Sómos ó no una novedad para el sabio de pacotilla, inventor de persistente inmanencia de todas las cosas del Universo?

Y aun viniendo á más inmediatos hechos, ¿la máquina de vapor con sus vastas, variadas y poderosas aplicaciones; la fuerza eléctrica con sus fraccionadas y fraccionables ramas é inconmensurables conjuntos, serían antiguallas insignificantes para los autores del libro de los Vedas, para los Faraones, para Platón ó para los Césares romanos?

Desde que empecé esta trivial lectura ninguno de nosotros es, sustancialmente, lo que era al entrar en este salón donde tenéis la benevolencia de escucharme.

El hombre de ayer es virtualmente cadáver para el hombre de hoy.

La evolución de calor hace algunos segundos producida, ha pasado á la atmósfera para perderse en los espacios sin medida; hecho de trabajo dentro de la gravitación universal, con todas sus manifestaciones y consecuencias vitales que no se reproducirán más en la sucesión de los siglos, á través de los cuales se hace constantemente nueva la vida de cuanto en el mundo existe, porque esta fué la voluntad Divina en la hora sublime de la Creación.

He aquí la ley de lo infinito, de lo insondable, del perpétuo movimiento, del latido inagotable de eterna vida y de eterna variedad que reduce al cero absoluto cuanto con ello se quiere relacionar.

¡Infinito! Infinita, sí, la Divina ley de esta vida sujeta á inevitable evolución, sometida á las condiciones del ambiente donde esta vida viene obligada á desarrollarse, y no nos maravilla que ante semejante grandeza, espíritus inquietos ganosos de sondar los arcanos de lo incognoscible, lleguen á creer que puede, y quizás se debe tomar como cosa matemática, exacta, la que llega á conducir á la transformación de la línea recta en círculo; es decir, de lo medible exactamente á lo inmedible con matemática exactitud; de lo que sobre un plano sólo puede ofrecer una dirección única, á lo que puede ofrecerlas innumerables, infinitas, de lo fijable como unidad á la infijable pluralidad; y todo para llegar á cero, resultado positivo, á consecuencia de relacionar una cantidad finita con una cifra exactamente indefinible.

¡Cuánta quimera! ¡cuánta elucubración de pobre fundamento! ¡cuánta estéril labor sin base exactamente matemática! ¡cuánto penoso trabajo sin objeto moral!

Si Arquímedes con profundísima perspicacia científica decía que el Universo resulta ser una esfera que tiene su centro en todas partes y la superficie en ninguna, claro enseña que la esfera, este sin número de círculos inconmensurables matemáticamente, parten de puntos sin número ni situación fijable, y, por lo tanto, indefinibles sin poder servir de base para cosa exacta ni util, más que muy relativamente para el bien general humano, ya que no resultan más que verdades absolutamente abstractas cuyo resultado positivo será siempre cero al hacerlo objeto de provechosa aplicación.

El centro en todas partes equivale á la negación de centro, mientras que la negación de superficie resulta taxativamente manifestado en la propia definición, lo que viene á decir evidentemente que es tiempo perdido para el bien de nuestra raza ocuparse de aquello que para nosotros realmente no existe, porque ha de resultar siempre, como llevamos dicho, sin objeto moral.

Sin objeto moral equivale, Señores, á decir estéril de todo punto para nuestros semejantes, porque yo no puedo dar á la palabra moral otro sentido que el representado por el trabajo, la labor, el sacrificio, realizados en bien de nuestros semejantes, sin lo que la idea de moral pierde todo sentido racional y lógico.

Lo físico, lo intelectual, son acciones acumuladoras de energías que concen-

tran sus efectos en la propia individualidad; y sólo puede admitirse como moral la transmisión del esfuerzo físico é intelectual de nuestros órganos emanado, cuando lo sacrificamos en aras del bien ageno.

Así pues, la inteligencia sana, sólo puede nutrirse de verdades fundamentales de todo progreso, bases exclusivas de la prosperidad humana; pero como en el Universo absoluto hay espacios y elementos positivos que no deslindarán jamás los habitantes de la Tierra, ni les será posible dirigirlos á los fines de su actividad, será siempre vana pretensión dominarlos, y de ningún provecho tratarlos de dominar.

La idea absoluta, pues, del infinito no puede guiar á la actividad humana á ningún fin positivo para el desarrollo y prosperidad suya, no puede alcanzar ningún fin moral, no debe preocupar, por lo tanto, á ningún filósofo verdadero.

Pero si desde el punto de vista absoluto todo resulta cero, relacionado con el infinito, podemos establecer reglas que determinen más bien que otra cosa el ilimitado campo de acción de nuestras facultades, ya que no lograrán, probablemente, jamás llegar á la posesión de todas las verdades que, dentro de lo conoscible, tenemos facultades, hasta ahora progresivas, para podcrlas dominar y ponerlas al servicio de la prosperidad de nuestra raza, evitando confundir el infinito con el descubrimiento del caudal, á nuestro parecer inagotable, de verdades de la Naturaleza demostrables matemáticamente, propias para servir de pasto á inteligencias cultivadas y á actividades enérgicas que encaminen sus esfuerzos al desenvolvimiento perfecto de la raza humana.

Es decir, toda idea del infinito que no pueda tener un fin, un objeto moral, es de ninguna utilidad su desarrollo, es absurdo ocuparse de ella, no tiene valor alguno el sacrificio de tiempo que se le dedique.

Y como una Corporación de la índole de la nuestra, el fin, casi exclusiro, que ha de perseguir es el de que nuestras investigaciones, la labor nuestra, resulten eficazmente útiles al desarrollo de la riqueza disponible para la copiosa satisfacción de las necesidades humanas, símbolo de la más vasta función moral, permitidme que deslinde bien por medio de ejemplos, lo que entiendo por fronteras para la inteligencia humana entre la estimación del infinito absoluto y el que, vasto arsenal de inagotables verdades útiles para nuestra prosperidad en la Tierra, podemos llamar infinito relativo.

Para lo que se refiere á lo infinitamente pequeño, nos fijaremos en un solo párrafo del libro de los microbios patógenos de Bouchard, de la Academia francesa, en el que, tratándose del *Baccilus virgula* (del cólera), el cultivo del cual ofrece por gramo un billón de microbios, cuyas funciones, que dan por resultado secreciones tóxicas, hijas de nutriciones evidentes, acusan organismos funcionales que, por elementales que sean, revelan la existencia de elementos infinitamente más pequeños que cualquiera de aquellos seres organizados, de los cuales entra un millón de millones en un gramo; y, que mientras no se disponga de microscopios é instrumentos que á estos sirvan de auxiliares más potentes que los hoy conocidos, será

inutil, moralmente hablando, buscar el funcionamiento de los órganos del *Baccilus,* é imposible el análisis del tóxico segregado con la medida de las moléculas de sus compuestos, que son el símbolo de lo infinitamente pequeño relativo; debiendo contentarnos, sin perjuicio de ampliarlo en lo posible, con el conocimiento adquirido de lo relativamente infinito, para que estudiado en lo que el alcance de nuestras facultades personales permite, logremos poner á cubierto la vida humana de las invasiones del microbio ó alcancemos la curación del mal por su invasión producido; una vez puesto á cubierto el hombre del microbio, y encontrada la triaca del tóxico presentido ó manifestado, es decir, producidos por la investigación, los resultados necesarios á la defensa de la vida en el punto requerido para que física, intelectual y moralmente, pueda caminar á su máximo desarrollo, el término ó casi término de las investigaciones racionales se habrá tocado, y el objeto moral de la actividad inteligente se habrá llevado á cabo.

El átomo entiendo que es el límite de lo infinitamente pequeño, frontera de lo inconoscible. ¿Penetrará algún día el hombre en las regiones de ese casi cero del ambiente general de la vida y del movimiento en su mínima expresión?

¿Este invisible hoy, llegará á ser visible mañana, siendo mañana la eternidad?

La imaginación se pierde buscando respuesta á semejantes preguntas y sale de los límites de las facultades de acción, no ya moral sino personal de nuestra limitada misión en el mundo evolutivo de nuestra existencia; y todo lo imaginativo, saliendo de las fronteras de lo demostrable y aplicable á los fines positivos de nuestra vida terrestre, no pudiendo entrar en los fines manifiestos de la Creación, no resulta ilógico que nos ocupemos sériamente de ello?; y vengamos ahora á lo infinitamente grande.

Existen astros en el firmamento cuya luz necesita millones de años para llegar á nuestro planeta, á pesar de venir á una velocidad de trescientos mil kilómetros por segundo. La que hoy puede distinguirse, merced á los más perfeccionados telescopios, emitiéronla aquellos astros indudablemente antes de la época plutónica y, por consiguiente, de la miocena y de la pliocena, con lo cual resulta el hecho de su emisión de ninguna, de cero influencia para los séres que poblaban entonces nuestro planeta, como resulta de cero ó casi cero influencia positiva para nosotros; la luz que aquellos apartados globos emiten en este momento, no hemos de verla nosotros ni la verán millares de generaciones que nos sucedan. ¿Qué bien positivo, qué bien moral, pues, puede alcanzar la raza humana de la pretendida investigación de los efectos que en nuestros organismos llegaren á producir los fenómenos emanados de las energías de movimientos moleculares que requieren millones de años para hacer sensible en la Tierra un simple comprobante de sus manifestaciones? y esto que, habida cuenta matemática de todo ello, distan todavía muchísimo de acercarse á hechos que apenas se relacionan no con el hecho sino con la idea del infinito.

Huyamos, sí, huyamos de elucubraciones que á nada positivo conducen, para

lograr el fin de la máxima felicidad humana ofrecida por Dios en sus leyes dadas á la Naturaleza; ciñamos nuestro trabajo á una labor moral, á una labor que abriendo camino al bienestar de nuestra raza, sembrándolo de medios poderosos de subsistencia, de elementos casi infinitos de desarrollo intelectual, tiendan á traer moralmente la paz entre nuestros semejantes, aspiración la más noble de las aplicaciones de los hechos positivos de la ciencia al perfecto desarrollo de la humana actividad.

PRESENTED
29 MAR. 1902
BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 12

DE LA IMPORTANCIA DE LOS LABORATORIOS DE FISIOLOGÍA EN EL ADELANTAMIENTO DE LAS CIENCIAS MÉDICAS

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

EXCMO. SR. DR. D. RAMÓN COLL Y PUJOL

Publicada en marzo de 1902

BRITISH MUSEUM NATURAL HISTORY

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 12

DE LA IMPORTANCIA DE LOS LABORATORIOS DE FISIOLOGÍA EN EL ADELANTAMIENTO DE LAS CIENCIAS MÉDICAS

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

EXCMO. SR. DR. D. RAMÓN COLL Y PUJOL

Publicada en marzo de 1902

BRITISH MUSEUM NATURAL HIST.

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

DE LA IMPORTANCIA DE LOS LABORATORIOS

DE FISIOLOGÍA EN EL ADELANTAMIENTO DE LAS CIENCIAS MÉDICAS

por el Académico numerario

EXCMO. SR. DR. D. RAMÓN COLL Y PUJOL

Sesión de 31 de diciembre de 1901

SEÑORES:

Reinan vientos de progreso: una evolución científica incesante, transforma al mundo con inusitada rapidez. Húndense las erecciones antiguas, se desvanecen los sistemas y se pulverizan las fantásticas creaciones que los siglos anteriores penosamente elevaron y valientemente defendieron.

Hemos hecho *tabla rasa* del pasado, y hemos empezado á vivir modernamente. La Ciencia, la Literatura, las Artes, la Industria..... todas las manifestaciones de la humana actividad, han emprendido nuevos rumbos, en su prodigiosa elevación.

La ciencia que más se ha transformado desde brevísimos años á esta parte, es sin duda alguna la maravillosa ciencia de la vida. Los progresos que está realizando á cada paso, vienen á ser verdaderamente portentosos: los descubrimientos se suceden sin cesar; y los resultados prácticos, á otras ciencias aplicables, son ya tantos, y tan fecundos, y á la humanidad tan provechosos, que urge, Señores, la formación de un *catálogo de resultados positivos,* para la dignificación de tan sublime ciencia, así como el estudio concreto de los *medios* que han permitido á la Fisiología humana, ayer en su importancia, rayana todavía en la leyenda, alcanzar por colosal esfuerzo, la categoría de una ciencia casi exacta.

Del primer punto no me ocuparé en este *Discurso,* sino es á grandes rasgos y á manera de ligerísimo bosquejo, pues que constituye por si solo, abundosa materia para un libro; solo trataré del segundo, solo me fijaré en los *procedimientos* especiales que han permitido á la ciencia fisiológica, un desarrollo y crecimiento tan notables, que con admiración los contemplamos y con verdadera dificultad, los comprendemos.

Y que este estudio no ha de ser ocioso, lo siento Señores, en la intimidad de mi conciencia. Soy optimista en lo que se refiere al porvenir científico de España, pues han pasado ya los días en que la autoridad de la palabra y la mágica deleitosa del escrito, se sobreponían en todas las esferas á la potente fuerza del trabajo, en el Laboratorio concebido, y en la Cátedra palpablemente demostrado.

Hoy el *hecho* se impone y predomina. Hoy la *práctica*, tiende á reemplazar á la *teoría*.

Reinan vientos de progreso: váse condensando una atmósfera vivífica, en el científico sentido de la frase, que ha de darnos muy en breve, explendentes resultados. Ya hay quien en regiones elevadas se preocupa, de la necesidad absoluta de que ciertas disciplinas sean prácticas: ya en los Claustros incesantemente se trabaja, para conseguir, una mayor amplitud de tecnicismo; ya los profesores sin distinción ninguna, se esfuerzan dentro de su esfera limitada, para llegar á la consecución del mismo fin.

Aquí en Barcelona, Sres. Académicos, estamos próximos á inaugurar un edificio, donde ha de tener soberbia residencia, nuestra veneranda Facultad de Medicina. Espero fundadamente que la Fisiología humana, base innegable de las enseñanzas médico-quirúrgicas, se verá atendida, y en lo posible satisfecha. Por fortuna el horizonte, se presenta en esta parte, despejado. El actual Rector, hombre de ciencia, á la que ha prestado fervoroso culto desde los albores de su infancia; el Senador por la Universidad de Barcelona, también hombre de ciencia, digno sucesor de quien ha llenado recientemente de luto nuestras almas; el venerable Decano, espíritu científico, encarnado en cuerpo práctico; el sabio arquitecto á cuyo cargo corre el desarrollo de mis planes (si éstos, como confío, logran merecer la superior aprobación): todas estas entidades, con sus valiosas energías, con sus actividades, con sus iniciativas, con su entusiasmo por la Ciencia y por su cariño hácia la Facultad de Medicina, no dudo ni un momento que han de aunar sus voluntades á la mía, hasta conseguir que la Universidad de Barcelona tenga lo que en realidad de verdad le corresponde; lo que tienen las principales del mundo; lo que es indispensable, para que la *Fisiología* avance y para que la Medicina sin cesar progrese; lo que forma la característica de las enseñanzas fisiológicas: es decir un *templo* en que se dé el debido culto á la experiencia; en que todo se halle á mano para la investigación de los fenómenos, para la comprobación de los datos, para la rectificación de los errores, para el establecimienta de las leyes que á los cuerpos rigen, en cualquiera de las formas, con que la actividad vital se nos presenta.

En una palabra, Sres. Académicos; no he de parar, si Dios me da vida y energías para tanto, hasta conseguir el ideal que persigo desde que á la enseñanza de la Fisiología me dedico; es decir, hasta conseguir para la Universidad de Barcelona, el establecimiento de un *Instituto fisiológico.*

Sendos años han transcurrido, Sres. Académicos, desde que el gran fisiólogo francés Claudio Bernard, se lamentaba en plena cátedra, de la exigüidad del Laboratorio que en el *Colegio de Francia* le servía, para sus experimentos inmortales. Lo comparaba á los Laboratorios de Alemania, de Holanda, de Hungría, de Suiza y de otras naciones en tal concepto más afortunadas, y deploraba el atraso que en este punto presentaba su país, cuando en este mismo, y en el *Colegio de Francia*, fué donde precisamente se creara, el primer Laboratorio de Fisiología humana.

Sin embargo en aquella época, es decir, en 1873, ya el mismo autor confiesa,

que en comparación del que en 1840 servía á Magendie, era el suyo, verdaderamente expléndido.

Aquí, Señores, en el año de 1901 que hoy termina, no tan solo carecemos de un Laboratorio semejante á los que en 1873 Claudio Bernard enumeraba, sino que no poseemos ni uno parecido al que él poseía en el *Colegio de Francia,* ni siquiera uno más ó menos comparable, al que obtuvo Magendie en 1840!

Han trascurrido 61 años, que para la vertiginosa marcha de la Ciencia en los tiempos que corremos, superan en mucho á los diez siglos de edad media, en que la Fisiología no anduvo un solo paso, y todavía no hemos llegado en este punto á la altura á que en su época llegara, el gran maestro del inmortal Claudio Bernard.

Ambos murieron de puro viejos: sus Laboratorios se han ido engrandeciendo y progresando; los de Alemania, Hungría, Suiza, Holanda, Italia, Rusia, Bélgica..... han ido superando al de París, y entre tanto, Sres. Académicos, nosotros que en medio de este movimiento científico vivimos, hoy por hoy todavía no hemos alcanzado un Laboratorio semejante, al que en 1840 servía á Magendie!

Si queremos ver algo análogo á lo nuestro, nos es preciso retroceder 10 años más; es decir llegar á 1830, en la época del nombramiento del citado profesor. Pues como dice Claudio Bernard en una de sus obras, Magendie practicaba sus vivisecciones en un pequeño gabinete en que apenas cabían dos personas. Si bien Señores el local de que dispongo es de mayor capacidad, son en cambio tan exiguos los elementos de que echar mano puedo, que muchos de los trabajos que en aquel tiempo verificara Magendie, me han costado titánicos esfuerzos, para alcanzar á imitar y repetir.

De manera que si á un historiador de la Fisiología se le antojara retrogradar de 70 años, y asistir *de visu* al nacimiento de los Laboratorios de esta Ciencia, podría con solo trasladarse á nuestro país, presenciar el primer esbozo del Laboratorio fisiológico, como asiste el naturalista á la manifestación más rudimentaria de la vida, contemplando un informe protoplasma, recien nacido en la superficie de la Tierra. Pues así como éste viene á ser el elemento primordial en que la vida se refugia y en el que nada hay diferenciado todavía, (representando un conjunto en el que se preludian los tejidos todos y en el que se adivinan todas las funciones), de la misma manera, en los Laboratorios como el nuestro, todo ó casi todo se debe adivinar, y nada ó casi nada se puede demostrar; pues ni tenemos gabinetes de química fisiológica, ni instalaciones para trabajos micrográficos, ni galerías de demostración, ni salas para las máquinas eléctricas, ni vivisectorios, ni anfiteatros, ni locales para las proyecciones, ni cuadras para animales, ni *aquariums*, ni estanques, ni jardines... ni nada de lo que sería forzoso que existiera si la fisiología debiera enseñarse, como en realidad lo exigen, los altos vuelos que ha alcanzado hoy día.

Es que aquí, Sres. Académicos, entre las muchas carencias de que por desgracia adolecemos, hay una verdaderamente capital, que nos impide seguir en sus

progresos á las naciones ilustradas, que realizan diariamente en Biología, descubrimientos y adelantos portentosos. Nos falta tecnicismo: nos faltan hábitos de Gabinete; nos faltan prácticas de Laboratorio. Y precisamente los trabajos prácticos, son los que han dado á la Biología en general, su carácter en realidad científico, y en lo humanamente posible, positivo.

Mientras en Fisiología no dispongamos de los medios materiales necesarios; mientras carezcamos de cuadras y perreras, corrales y viveros... bien provistos de los animales que desde el vivisectorio han de pasar al anfiteatro; mientras no dispongamos de un verdadero arsenal de aparatos é instrumentos; mientras carezcamos de apropiados edificios constituyendo como en el extranjero verdaderos *Institutos fisiológicos;* mientras todo esto no se realice, Sres. Académicos, no podrá saberse Fisiología entre nosotros como es preciso que esta Ciencia se sepa; no podrán formarse alumnos prácticos, que más tarde, al dejar el anfiteatro y el vivisectorio, imbuídos de un espíritu observador y de la consiguiente habilidad manual, estarían en condiciones de ser buenos patólogos, buenos terapeutas, buenos cirujanos: en una palabra, buenos clínicos y excelentes prácticos.

Porque el que saliere amaestrado del Laboratorio fisiológico, estará dispuesto para toda clase de trabajo que requiera espíritu analítico, observación atenta, experimentación prudente, agilidad, destreza, habilidad manual. Y estas cualidades, tanto intelectivas como físicas, en el Laboratorio de Fisiología cultivadas, le servirán más tarde para los importantes trabajos referentes á Terapéutica experimental, Fisiología patológica, Patología experimental, Operatoria quirúrgica, Cirujía infantil, Ginecología, y en tantas ramas de la ciencia médica, cuantas el alumno tendrá ocasión de ir estudiando y cuantas al ser médico, tendrá ocasión de ir ejerciendo. Sería difícil señalar una materia, en la que no fuera indispensable, el conocimiento técnico de la Fisiología humana.

En España quedaremos prostergados; *recibiremos* y no *devolveremos*, en cuanto á conocimientos fisiológicos atañe, mientras carezcamos en nuestros establecimientos de enseñanza de los medios materiales que la ciencia de hoy exige; porque sin ellos no es posible que la Fisiología adelante, ni siquiera que decorosamente subsista. Yo por mi parte y hablando con la confianza con que entre compañeros se habla, debo deciros que me siento avergonzado de estar con el extranjero á *media correspondencia;* es decir, de recibir trabajos originales de los Laboratorios de distintos países, y no poder devolverles la fineza en forma más ó menos parecida, por la carencia de medios, en que mi modesto Laboratorio se halla.

No vengo, Señores, á remover el cieno, para que salga á la superficie la inmundicia. Nada más lejos de mi ánimo, que la comisión de un pecado semejante.

Hablo en estos términos, porque ya os he dicho al comenzar este *Discurso*, que tengo gran confianza en la regeneración científica de España; pues desde el Ministro, primer motor de la rueda educativa, hasta el último alumno de Fisiología humana, todo el mundo que piensa, que estudía y que trabaja, se halla po-

seído de vivísimo entusiasmo, en pro del tecnicismo aplicado á la enseñanza.

Todos deseamos que la enseñanza sea práctica, porque todos sentimos y todos comprendemos, que por grande que sea la voluntad del profesor y por muy secundado que por los alumnos logre verse, apenas es dable á los que á la enseñanza de la Fisiología dedican su existencia, presentar un esbozo ligerísimo del *Método experimental;* método que tanta luz arroja, que tantos problemas resuelve. que tantos descubrimientos realiza, en el trascendental terreno de las portentosas actividades de la vida.

Todos sabemos que este método, que evoca los fenómenos y aisla las funciones; que analiza los intrincados mecanismos de la actividad vital; que estudia el dinamismo de los seres, obligando á los tejidos, á los órganos, á los aparatos, á responder en cualquier tiempo—puestos en cuestión de tormento—al interrogatorio á que al operador le place sujetarlos; el Método experimental que separando las modalidades fenomenales, que incesantemente en el cuerpo se originan, se encuentra con una abundante acumulación de materiales perfectamente dispuestos para la erección de la soberbia fábrica que se habrá de llamar *Fisiología,* ó no importa que otra rama, del robusto tronco de la Biología general!; el Método experimental. Sres. Académicos. se nos impone á todos los que á los estudios biológicos dedicamos nuestras fuerzas: y nos une en una común aspiración, la noble idea de rendirle el debido culto en nuestra España, donde todo lo grande, suele hallar franca acogida.

La omisión de tal Método, Sres. Académicos, ha originado fatalmente una pléyada de ignorancias y un sin fin de errores y los origina todavía por desdicha nuestra.

Se vá á la cátedra para oír la voz del profesor; y éste, en la mayor parte de lecciones, vése obligado, por carecer de medios técnicos, á repetir tan solo, lo que en el libro viene impreso; y como el alumno lee también en aquel libro, y la explicación suele limitarse á ser oral, no pueda hallar satisfacción á su *afán de cosas nuevas*, que es á buen seguro, el más potente estímulo, para el estudio de toda Ciencia, que todavía no ha salido de su *tiempo evolutivo.*

A quien en Biología no tan solo no experimente, sino que ni tan siquiera pueda ver experimentar, de poco han de servirle las explicaciones que oyere, ni las descripciones que leyere: se verá en el caso del ciego de nacimiento operado por Cheselden, quien después de instruído minuciosamente de lo que era la luz, por las explicaciones elocuentes que este gran cirujano diera de ella, cuando extraída la catarata que interceptaba los rayos luminosos se le preguntó si acertaba á ver la luz en algún sitio, contestó *cogiendo un terrón de azúcar blanco* y diciendo que *aquello*, según había entendido de las explicaciones referidas, *era la luz!*

¿Qué idea podrá tener de las contracciones cardíacas, el que no haya sentido palpitar entre sus manos, el corazón de un anfibio, por ejemplo? ¿Qué de la secreción de las glándulas salivales, sino ha repetido los memorables experimentos del

inmortal Claudio Bernard? ¿Qué de la contractilidad propia del músculo, sino ha ensayado el manejo del curare?

El experimento se impone en toda Ciencia biológica. Sin él y sin la observación, todo son vaguedades y delirios y quimeras: la hipótesis reina en absoluto y la teoría viene á suplir al fenómeno somático.

Y no es que yo desdeñe la teoría, ni que considere á la hipótesis desprovista de valor. Nada de esto, sino antes al contrario: tienen ambas para mi tanta importancia, que sin ellas, y sin el raciocinio *á posteriori*, consideraría poco menos que infecundos, los abundosos datos que la observación y la experimentación en Fisiología, están arrojando sin cesar. Pero este raciocinio y esta teoría y esta hipótesis, solo tienen un valor realmente positivo, cuando siguen al experimento y á la observación de los fenómenos. Sirven como intérpretes del hecho; pero jamás podrán hacer las veces de hecho.

La experimentación fisiológica, es verdaderamente muy antigua. Antecede de mucho, contra lo que se crea por algunos, á la física. Antes que Galileo, Newton y Torricelli, habían existido Herófilo, Herasístrato y Galeno. Y más hizo el admirable médico de Pérgamo en pro de la Fisiología, el día en que cortando los nervios recurrentes y observando que el animal quedaba afónico, dedujo de este dato que la laringe era el órgano de la voz, que todo cuanto imaginara Aristóteles respecto á la mayor parte de los procesos funcionales, que en el interior del organismo se verifican sin cesar.

El experimento, en las Ciencias biológicas, se impone: la observación también reviste una importancia colosal. Al fin y al cabo son uno y otra, los principales procedimientos del método inductivo. Y este método llega al descubrimiento de las *leyes*, por el conocimiento exacto y minucioso de los *hechos*.

Todo lo que la Fisiología tiene de *positivo*, todo lo que la Medicina tiene de verdaderamente *práctico*, se debe en realidad de verdad, al empleo de estos dos procedimientos capitales; les ayudan la inducción, la analogía, la clasificación y la hipótesis, pero siempre son ellos, en el Método inductivo, los procedimientos que arrojan una luz más clara, y que dan constantemente, una mayor seguridad.

El fisiólogo que no experimente y que no observe, no será otra cosa jamás que un *idealista;* el médico que no sea fisiólogo en el sentido verdadero de la frase, no será otra cosa que un *empírico*. La ciencia médica sin la observación y la experimentación, no es más que un caos de errores y de absurdos, de fantasías y quimeras, de ilusiones y vaguedades, sin científica base que le sirva de sostén y y sin norte que la guíe y que la oriente.

¡En cambio, Señores, cuánta certeza adquiere, si viene á apoyarse en los indicados procedimientos del método inductivo! ¡Cuánta claridad en los misteriosos actos digestivos aportaron con sus experimentos memorables, Reaumur, Spallanzani, Beaumont, Basow y Blondlot; en la función circulatoria, el inmortal Guillermo Harwey; en la respiración, van Helmont, Black, Priestley, Lavoisier; en las funciones de las raíces medulares, Cárlos Bell y Magendie; en la fisiología del ce-

rebro, Flourens, Ferrier, Hitzich y Frisch; en la del hígado, el coloso francés Claudio Bernard; en la nutrición, Liebig, Bischoff y Pettenkoffer; en la absorción, Aselli, Pecquet, Rudbeck y Bartholin; en la electricidad animal, Galvani; en la sudoración, Sanctorius y Riolano; en la urinación, Eustaquio, Scheele y Rouelle: Helmholtz en la audición y en la visión; Béclard en la contracción estática; Longet, en la gustación; Schiff, en la formación de la pepsina..... y tantos y tantos otros, que fuera interminable enumerar!

Y hoy, Señores, ¿no es pasmoso el movimiento que se observa en todas partes, para hacer adelantar con rapidez inverosímil, la admirable Ciencia de la humana vida? Ved como se levantan verdaderos palacios para el cultivo de esta Ciencia. Ved como en los *Institutos fisiológicos* se multiplican los trabajos; como se van convirtiendo en arsenales de aparatos portentosos, que hacen visibles los más pequeños órganos y perfectamente comprensibles, los más complicados movimientos. Ved como distintos motores, alimentados por diversos manantiales, accionan fuelles para la respiración artificial, cilindros inscriptores, máquinas eléctricas, máquinas preumáticas..... Ved las bombas de mercurio, las baterías de pilas, las cámaras respiratorias, los aparatos gráficos, los termómetros, las agujas termo-eléctricas, los barómetros, las balanzas, los metrónomos, los diapasones, los densímetros, los polarímetros, los espectroscopios, los galvanómetros, los electrómetros, las brújulas de tangentes: toda la maravillosa maquinaria inventada por Marey, con la debida á los Vierordt, á los Bert, á los Legros y Onimus, á los Longuet, á los Hérisson, á los Behier, á los Czermak, á los Chélius, á los Naumaun, á los Ludwig, á los Poiseuille, á los Chaveau, á los Fick, á los Volkmann, á los Müller, á los Helmholtz..... Ved los animales dispuestos á ser sacrificados, en sus jaulas, perreras, cuadras, corrales, estanques, *aquariums* y viveros, prontos para servir al fisiólogo experimentador, en cualquier trabajo que se le ocurra imaginar.

¡Ha adelantado más la Fisiología desde la aplicación de los aparatos gráficos inventados por Marey, que durante los largos siglos trascurridos, desde Galeno hasta Vesalio! Tal es la importancia de la observación y de la experimentación, para el conocimiento de los intrincados misterios de la vida.

Y con esto dicho queda, Sres. Académicos, que la Medicina, en lo que tiene de científica y en lo que se puede vanagloriar de positiva, ha venido siguiendo paso á paso, los admirables adelantamientos, de que con tanta justicia, la Fisiología se envanece.

Porque muchos de estos aparatos; muchos de esos procedimientos; la mayor parte de los problemas, que con su auxilio se han resuelto, han pasado sin pérdida de tiempo, desde el Laboratorio del fisiólogo, á la cabecera del enfermo.

La *vivisección*, Sres. Académicos, es indudablemente el procedimiento capital, para la investigación de los fenómenos biológicos. El vivisector hábil y experto, que por medio de los instrumentos—de precisión muchos de ellos—apropiados á cada animal y á cada fenómeno en cuestión, compruebe un mayor nú-

mero de datos fisiológicos, será indudablemente quien habrá de ofrecer más exquisitas aptitudes para el estudio positivo de la Terapéutica y de la Patología experimentales; para la Cirujía operatoria; para la Clínica médica y quirúrgica. El que ha aprendido á observar, se halla bien dispuesto para aprender á experimentar. Y si bien en Biología este procedimiento hace ventajas á aquél, en la mayor parte de los casos, esto no obsta para que la observación, tan indispensable en Medicina, no halle su cultivo lógico al lado del experimento, en el vivisectorio, en el Laboratorio y en el Gabinete del fisiólogo.

El vivisector hábil, será hábil cirujano: el observador atento de los fenómenos fisiológicos, será un observador experto, de los fenómenos patológicos.

Urge, Señores, crear hábitos prácticos: urge dirigir las aptitudes á la observación atenta de los fenómenos vitales; urge, en una palabra. crear tecnicismo; que esto es solo lo que falta en nuestro país, donde tantas y tan conspícuas inteligencias ven perderse en el vacío sus deslumbrantes destellos, sin que quede ni el recuerdo tan siquiera, de unas brillantes chispas que apenas engendradas se apagaron, por falta de medio de propagación y desarrollo.

El fisiólogo, el clínico, el operador y el terapeuta, sino van armados de conocimientos técnicos, sino hallan ambiente en que desarrollar sus aptitudes, si solo han de fiarse de su potencia colectiva, podrán recibir del mundo el título de *sabios,* pero en realidad de verdad, serán solo *eruditos.*

El sitio del fisiólogo, está Señores, en el Laboratorio y el departamento más importante con tal y serlo en gran manera todos, es sin duda alguna el *Vivisectorio* general.

Permitidme pues, Señores, dedicar algunos párrafos á la importancia de la vivisección, pues que ella deberá hacer al fisiólogo, y más tarde el médico y al cirujano operador.

Ante todo estimo procedente y oportuno, vindicar á la vivisección, de los violentos ataques de que ha sido objeto. Quizás en vuestra reconocida competencia, considerareis inútil semejante precaución; pero cuando el mismo Claudio Bernard creyóla necesaria, dirigiéndose al mundo médico de la moderna Atenas, creo Señores que no ha de holgar entre nosotros, alguna que otra reflexión, al desvanecimiento de ciertas objeciones, conducida.

Si bien se han creado *Ligas anti-viveccionistas* en ciertos países, aquí por fortuna nuestra, no han hallado eco, ni terreno propio. Pero lo que sí existe entre nosotros, lo que podría poner obstáculo á los trabajos del fisiólogo, son, Señores, las *Sociedades protectoras de animales y plantas*, que en pocos años han adquirido cierto vuelo y que parece han de ser adversarios decididos, de los trabajos del vivisectorio. Sin embargo, he de confesar lealmente, que jamás he encontrado oposición emanada de las citadas sociedades, en los múltiples trabajos que en el Laboratorio de mi Cátedra, se están verificando desde muchos años.

Para desvanecer toda objeción que por cuestión estética podría presentarse, bastará recuerde que el trabajo del vivisectorio repercute hasta la clínica: que

por las funciones del animal, conocemos las funciones nuestras; que el grito de dolor del perro ó del conejo, nos sirve para enjugar lágrimas de hombre.

Además, el fisiólogo sabe, y no deberá olvidarlo nunca, que si considera lícita la vivisección, ha de considerar ilícita toda operación innecesaria; que le está prohibida la provocación de padecimientos, si estos no vienen á ser indispensables para la aclaración de un problema fisiológico. Y esto señores, en verdad os aseguro, que ùnicamente tendrá que suceder, en la exígua minoría de los casos: pues en primer lugar, se impone moralmente la aplicación de la anestesia, ya local, ya general, en el mayor número de las vivisecciones que en el Laboratorio se efectúen; en segundo, hay gran número de trabajos, al animal referentes, que por su índole no ocasionan el más mínimo dolor; en tercero, el fisiólogo opera muchas veces en partes desprendidas del ser recien sacrificado, las cuales como es consiguiente, no pueden ya originar la más pequeña sensación. Fuera inútil enumerar uno por uno los infinitos casos, en que la instrucción llega á obtenerse, sin producir en el sujeto padecimiento alguno.

El fisiólogo debe ser sensible, humano y compasivo: sólo así puede hacerse perdonar, el sacrificio del sin número de animales, que para sus trabajos necesita.

Además, Señores; si para evitar la posibilidad de la hidrofobia, se mata á los perros por medio de la estricnina ó por el mecanismo de la asfixia; si se mutila á los animales por cuestión de moda, si se les marca con un hierro enrojecido, si para fines utilitarios se les castra, si para cojer las sanguijuelas se martiriza á los caballos, si la contemplación de las convulsiones agónicas del pescado en las mallas de la red, constituye entretenimiento agradable entre los *touristas* de las playas; si la caza y la pesca y las riñas y combates entre perros y toros, y tigres y toros, y elefantes y toros, y las corridas de toros y novillos, que tanto entusiasmo entre nosotros despiertan, son tolerados, admitidos y aplaudidos ¿cómo ha de atreverse nadie á censurar las vivisecciones del fisiólogo, que encaminadas al nobilísimo objetivo de salvar la vida humana ó de ahorrar al hombre las torturas del dolor, deben practicarse evitando al animal padecimientos, siempre que el padecimiento no sea base de instrucción?

La vivisección se impone: no es posible ser fisiólogo, sin ser vivisector. Así lo dice la historia de la Ciencia, como lo vais á oir, en brevísimas palabras.

La experimentación, Señores Académicos, desde el momento en que fué comprendida y apreciada por los sabios, vino á convertirse en demoledora piqueta de los fantásticos edificios que erigiera la teoría. Cayeron de sus deleznables pedestales, las deidades clásicas que los griegos y los romanos crearon y adoraron; se desvanecieron como el humo, los arqueos y los blas, y los espíritus vitales y animales; cayó la teoría del flogístico, y los absurdos de las escuelas yatro-químicas; y los delirios de las yatro-mecánicas, se hundieron también, para no volverse á levantar.

La fisiología no se destaca como ciencia aislada, hasta la aparición del inmortal Claudio Galeno, es decir hasta que la experimentación, habilísimamente

dirigida, arrancó de la profundidad del organismo, un secreto para cada órgano explorado.

Mil años de edad media, como ya he indicado, pasan perdidos para la Ciencia fisiológica, toda vez que en este lapso tan inmenso, ni se disecan los muertos, ni se escudriñan los vivos. Toda la Ciencia se alimenta de recuerdos, y la Ciencia, como la vida, si no se mueve, perece.

Desde un siglo y medio después de Jesucristo, hasta mediados del siglo XVI, en que aparece la valiente figura de Vesalio, puede decirse que la Fisiología humana, se halla en estado de absoluta hinvernación. Es preciso, para que se agite, para que se mueva, para que progrese, para que alcance el colosal desarrollo que hoy nos deslumbra y nos admira, es preciso, digo, que venga el experimento como irresistible avalancha, á abrirle el camino que la utopia obstruyera. Y estas grandes figuras desde Harwey, Malpighi, Bell, Tiedemann, Béschoff, Valentin, Ludwig, Weber, Wagner, Bernard, Longet, Marey, y tantos otros que han sido nuestros maestros, han ido aportando poco á poco, con sus admirables experiencias, los imperecederos bloques que en su conjunto constituyen, la estupenda fábrica de la Fisiología humana

Atravesamos una época de vertiginoso movimiento: el trabajo es la característica de la Ciencia: todo nos lleva al progreso; los que van tras de nosotros nos empujan, como empujamos nosotros á los que van delante. Y así como en el campo de batalla, al lanzarse la caballería á la conquista de una meta, el jinete que se detiene es arrollado por los jinetes que rápidos le siguen, así Señores, los que vivimos en la Ciencia y por la Ciencia, si nos paramos un instante en el camino que emprendimos, somos muertos también en la científica acepción de la palabra, y por ende inútiles y por ende arrollados y barridos, por los que siguiendo nuestros pasos, no se detienen ante el obstáculo, que les ofrecen nuestros cuerpos. Estamos en plena evolución; ésta, por todos lados nos envuelve, respiramos una atmósfera de progresivo desarrollo. Desarrollo, en todo cuanto podamos imaginar y concebir.

Pero, donde más se vé este desarrollo, donde más se concibe su importancia; donde más se vislumbra su incalculable trascendencia, es indudablemente, Señores Académicos, en la maravillosa Ciencia de la vida: en la que se estudian las funciones, se sorprenden los fenómenos, se aislan los movimientos, se escudriñan las actividades portentosas que en la intimidad de la trama del tejido, por mágico artificio se revelan. Es la Fisiología, cuyo sorprendente vuelo alcanza en la actualidad tales alturas, que apenas la imaginación puede seguirla; la que nos lleva á cada paso desde un país inesplorado, á un campo fértil en conspícuas enseñanzas, donde abundan las revelaciones inauditas; donde forzado el organismo por el artificio feliz de la experiencia, á cada paso se deja arrancar nuevas verdades. Pues por la experiencia, Señores Académicos, rásgase el velo que ocultaba á nuestros ojos, las admirables maravillas de la vida; aclárase el misterio de la mecánica viviente; fíjanse los hechos, se resuelven los problemas, se destacan

las verdades; se aclaran las tinieblas. Las vacilaciones, las dudas, las vaguedades, las nebulosidades todas, que por tantos siglos, caracterizaron á la Ciencia de la vida, hoy por hoy, Señores Académicos, ante la luz deslumbrante que la experimentación aporta sin cesar, van desapareciendo con rapidez vertiginosa, bien así como las nubes que aparecen con la aurora, se desvanecen por encanto, ante los brillantes rayos del sol de la mañana.

Ya lo he dicho. Hoy en Fisiología se comprende mucho y se demuestra mucho. Desde la aplicación científica de los procedimientos rigorosos que los fisiólogos emplean, la ciencia de la vida ha cambiado ya de rumbos. No nos contentamos con hipótesis, ni nos satisfacemos con teorías. Estas, sirven aún, como siempre servirán á toda Ciencia. Pero, ya no formarán la base y el apoyo de la Ciencia. No abomino de ellas, ni les niego la importancia que legítimamente han adquirido. A vosotros os consta más que á nadie, puesto que en este mismo salón que nos cobija, no hace muchos años leí un *Discurso* encaminado á encarecer esta importancia. Pero, si la Fisiología se limitara á las ideales locubraciones del espíritu, en el año que corremos, discurriríamos aún como en los tiempos de Aristóteles; y la Fisiología no sería otra cosa que un monstruoso engendro destacado de la Alquimia, de la Metafísica y de la Astrología judiciaria.

Los Laboratorios han trasformado la ciencia de la vida. Hoy todo se pesa, todo se mide, todo se analiza, todo se cuenta, todo se calcula, todo se palpa y todo se escudriña.

Hoy sabemos la fuerza que el corazón despliega, para lanzar la sangre al través de las arterias; la que cada músculo desprende, al contraer las microscópicas fibras que le forman; el equivalente en kilográmetros y el equivalente en calorías, de las energías potenciales al pasar á fuerzas vivas; el tiempo que tarda la corriente nerviosa al atravesar un nervio y al atravesar un centro; el mecanismo de los actos automáticos, los fenómenos de reflexión é inhibición, la química digestiva con sus paradojas aparentes, la respiración intestinal, la calorificación orgánica, los centros térmicos, los sudoríparos, los inspiradores, los expiradores, los glucosúricos, los albuminúricos, los poliúricos, los fonéticos, los espasmíferos, los del lenguaje....

Hoy conocemos la función fagocitósica del leucocito y la fijadora de hemoglobina del glóbulo rojo de la sangre: el vasto campo de la oxidación hemoglobínica, la fisiología tan oscura de los elementos linfoideos, el ingenioso mecanismo de las inervaciones vaso-dilatadoras y vaso-constrictoras. Hoy llegamos á la exactitud matemática, cuando comprobamos la ley de Weber, así como la psico-física de Fechner, las presiones y las velocidades de los humores en los vasos, las variaciones de presión intra-torácica, la magnitud de los cambios gaseiformes, entre la atmósfera exterior y el pulmón del ser viviente. Hoy conocemos los ciclos del carbono y los ciclos del nitrógeno. Hoy hemos llegado á tal conocimiento de los actos de la vida, que la Fisiología se ha trasformado esencialmente, y su finalidad se ha elevado hasta lo sumo.

Si me dejara llevar del entusiasmo que la Fisiología en mi despierta, sino contuviera los arranques de mi pluma, estos párrafos de mi árido Discurso, alcanzarían, Señores Académicos, una extensión verdaderamente desusada. ¡Tal es el desarrollo que esta Ciencia ha adquirido, desde que los Laboratorios fisiológicos, se han ido levantando!

Pero no le basta á la Fisiología el ser la más *bella*, entre todas las Ciencias conocidas (puesto que se ocupa en los misteriosos dinamismos, de que Dios dotara al rey de la Creación), sino que el ser, entre todas la más *útil*, constituye el segundo timbre de su gloria.

Veamos pues, en rapidísimo bosquejo, en que se funda tan pasmosa utilidad, limitándonos siquiera, á las principales divisiones, de las instituciones médico-quirúrgicas.

En *Patología médica*, véase la precisión á que ha llegado el estudio de las enfermedades de la médula, desde la aplicación de los conocimientos que poseemos, relativamente á las sistematizaciones de este centro; la fijación exacta de las lesiones protuberanciales ó bulbares; la claridad con que nos explicamos la abrumadora pléyada de síntomas que en la arterio-esclerosis se pueden presentar: la sencillez con que diagnosticamos las lesiones cardíacas y las afecciones pulmonales: la mayor parte de padecimientos del estómago, de los riñones, del hígado y del bazo: la multiplidad de síntomas de la clorosis y de la anemia; la rareza sorprendente de las modalidades neurasténicas: el sitio de la afasia en sus distintas formas de afemia, de agrafia, de sordera y de ceguera verbales; la patogénia de la albuminuria, y de la uremia. La hiperclorhídria, conduciendo á la hiperpepsia; la anaclorhidria, conduciendo á la hipopepsia y á la larga secuela, de fermentaciones gástricas. La peptonuria en sus variedades de hematógena, hepatógena, enterógena, nefrógena é histógena. La acetonuria, la azoturia, la hematuria.

Véase la claridad que nos presenta en *Patología general*, la patogenia y sintomatología de la trombosis, de la embolia, de las anemias locales y general: de la congestión, de la inflamación, de la fiebre, de la hemorragia, de la hidropesia, de la gangrena.

En *Terapéutica* el progreso también ha sido grande: el carácter constantemente variable de esta Ciencia, gracias á la instabilidad de las bases en que hasta ahora se apoyara, es de presumir que cambie de una manera radical, por la aplicación de los procedimientos técnicos, de que la Fisiología con tan brillante éxito se sirve.

¿Qué sería de la Terapéutica si le faltara la base que la Fisiología le presenta? ¿En qué se fundaría para fijar un régimen á cada enfermedad adecuado, ya se se trate de la obesidad, ya de la tuberculosis, ó de la diabetes sacarina, ó de la albuminuria, ó de la neurastenia, ó de la gota, ó de una afección vascular, ó hepática, ó cardíaca, ó renal, si desconociera el metabolismo nutritivo, en su doble modalidad anabólica y catabólica?

¿En que, para prescribir los principales eupépticos, indispensables á las funciones digestivas, como la diastasa, la pepsina, el ácido clorhídrico, la papaína, la pancreatina ó la gasterina?

Si desconociera la especificidad de acción de los diferentes epitelios glandulares, así como la del epitelio pulmonar en la eliminación de las sustancias contenidas en la sangre, ¿cómo prescribiría los balsámicos, y los yoduros y los alcaloides y las esencias y el éter y el alcohol?

Si no conociera la fisiología de la piel, ¿cómo se le ocurriría hacer uso del método yatraléptico? Si no tuviera idea de la actividad con que el riñón trabaja, ¿cómo se atrevería á hacer uso de tantos medicamentos activísimos?

¡Cuánta seguridad en medio de la tortuosidad del terreno, en la manera de obrar de los hipnóticos distintos, que la materia médica en la actualidad posee! ¡Qué explicaciones más precisas relativas á la acción del importante grupo de los medicamentos vasculares! ¡Cuántas enseñanzas referentes á los agentes tróficos y á los agentes distróficos! ¡Cuán patentemente se demuestra la importancia del conocimiento de la Fisiología humana, en el estudio de los agentes anestésicos, de los analgésicos, de los depresores neuero-musculares, de los cardíacos, de los diuréticos, de los diaforéticos, de los anti-térmicos, de los eméticos, de los purgantes, de los astringentes, de los sialagogos, de los colagogos?

Y la *Higiene*, Señores Académicos, á que vendría á reducirse, si se separara un sólo instante, de la Ciencia de la vida?

Si para todo dá consejos; si en todos los actos de la vida pretende intervenir; si viene á ejercer una tutela paternal, logrando que el hombre alcance la mayor longevidad, en el disfrute de la mejor salud, ¿á qué debe tan insólita importancia, como sin protesta unánimamente se le asigna, sino á su íntimo enlace con la Ciencia fisiológica, que le permite atender á toda actividad funcional y á toda integridad orgánica, sin olvidar las sublimes necesidades del espíritu?

Regula el aire que ha de entrar en el pulmón, en el doble aspecto, cuantitativo y cualitativo, porque de antemano la Fisiología le ha enseñado el papel irreemplazable del oxígeno; se fija en las condiciones termométricas, barométricas é higrométricas, porque según sean éstas, además del cambio en la cantidad y la cualidad, el organismo responde á su especial acción, reaccionando de una manera diferente.

Fija las condiciones del alimento, porque conoce las funciones digestivas y el equilibrio orgánico de la humana economía. Sabe sus necesidades dinámicas, según el régimen de trabajo, á que el hombre está sujeto. Trata de los vestidos y de los baños, y del ejercicio, y del reposo, porque la Fisiología le ha enseñado la manera como, ya por los *ingesta*, ya por los *applicata*, las calorías que es susceptible de engendrar el cuerpo humano, á voluntad son aumentadas, y á voluntad son disminuídas.

Previene las refrigeraciones y sus funestos resultados, curtiendo el epidermis para que su impresionabilidad resulte amortiguada. Al tratar de los vestidos, se

fija no solo en la cualidad de la materia, sino hasta en la forma, y hasta en el color. ¡Con qué minuciosidad tan exquisita viene á describir las condiciones que debe reunir la habitación, para que la vida humana, pueda ser en ella fisiológica! ¡Cómo se preocupa de las colectividades de hombres, buscando, iluminada siempre por la Fisiología, las mejores garantías para la conservación de la salud, en las escuelas, en los hospicios, en los hospitales, en las maternidades, en las casas-cunas, en los cuarteles, en las fábricas, en las iglesias, en los teatros, en todo lo que al género humano ha de albergar, en las diferentes circunstancias, en que este género humano pueda hallarse!

Casi, Señores, ni mencionar siquiera necesito, la trascendencia de la instrucción que en el Laboratorio fisiológico, el alumno de Medicina ha de adquirir, cuando, habiendo abandonado el anfiteatro, pasa al estudio de la *Operatoria quirúrgica*. En el Vivisectorio, se comienza á formar el cirujano. Allí se templa su alma; allí adquiere la serenidad y la sangre fría que en toda operación debe reinar; allí aprende *in anima vili*, los procedimientos de la anestesia y los accidentes de esta anestesia; allí ante el animal á punto de morir, generalmente por asfixia, aprende á salvar una vida por los potentes medios de la respiración artificial, las tracciones de la lengua, la percusión, etc.; allí, ante una hemorragia que amenaza con la muerte próxima, aprende á tener la suficiente calma; á no aturdirse ante un accidente tan frecuente en la práctica de cualquiera operación, y á cohibir fácilmente esta hemorragia por medio de la ligadura de la arteria. Allí aprende á cortar, á incindir, á desgarrar, á amputar, á desarticular, á comprimir, á cauterizar, á suturar... Y todo esto en un campo tan variado, en animales las más veces tan poco resistentes, de órganos generalmente muy pequeños, que cuando el alumno llega á salir del Vivisectorio, curtido en sus dificilímos trabajos, ofrece, Señores, la más segura garantía, para llegar á ser un verdadero cirujano.

Aquí, Señores, voy á terminar este *Discurso*, confiando en que habré llevado á vuestros ánimos, la convicción profunda, que en el mío arraiga. Es preciso, repito una y mil veces, que se vaya haciendo atmósfera; que nos familiaricemos con la idea, de la necesidad absoluta de un cambio radical, en los procedimientos actuales, que para la enseñanza biológica se siguen todavía. Es preciso que pensemos como los demás piensan: que obremos como los demás obran; que aprendamos como los demás aprenden y que enseñemos como los demás enseñan.

Es preciso que el sillón del catedrático deje de ser tribuna de teórico orador, donde se busque la delectación de los oyentes, antes que la árida enseñanza de la práctica. La Ciencia exige que el encargado de enseñarla, sea, entre la pléyada de obreros, el primer trabajador: que no se limite á la explicación de lo que otros demostraron, sino que á su vez demuestre, es decir, que á su vez trabaje y que á su vez invente; que dedique su existencia, en todo el alcance significado por el verbo, al estudio técnico de la elevada enseñanza que el Estado le confió; que viva en la densa atmósfera del Vivisectorio, del Arsenal fisiológico, del Laboratorio,

de los Talleres, de los Gabinetes, de los Museos: en una palabra, de toda dependencia del edificio, que tenga verdaderamente sabor práctico.

Entiendo Señores, que el catedrático de asignatura práctica, como en su verdadera esencia, la Fisiología viene á serlo, no debe dedicar ya á nada más, ninguno de los instantes de su vida. Asaz corta es la existencia humana, para que el encargado de una misión tan capital, venga á divertir su actividad, dirigiendo sus potencias á otros rumbos!

Para que la Fisiología venga á enseñarse *á la europea*, estimo conveniente, que el desempeño de esta cátedra sea por la Ley, incompatible con el ejercicio de la carrera médica, así como con cualquiera otra ocupación, que podría ser obstáculo, para la concentración hácia esta Ciencia, de todas las intelectivas energías, del catedrático encargado de enseñarla.

Tan convencido estoy de tal necesidad, que yo, Señores, he dejado de ejercer desde muchos años á esta parte; es decir, desde que me convencí de que no me era posible, dada la progresiva marcha de la Ciencia, compartir el tiempo entre el estudio teórico y el ejercicio práctico de la Fisiología humana, y la visita á los enfermos y la consulta en casa, ó en la morada del sujeto. Para el catedrático de Fisiología, la cátedra á mi entender, no debe ser un *medio,* sino un *fin*. Es decir, no debe ser un medio para adquirir clientela, sino la última etapa de la vida, de quien á la Ciencia, tiene esta vida consagrada.

Si alguno me objetare que el profesor de Fisiología se habría de hallar en situación harto precaria, por el exíguo sueldo que en España percibe el catedrático, contestaría que no es esta *Academia* sitio propio para tratar de asunto semejante, ni jamás lo trataría yo, siendo parte tan directamente interesada.

En este Discurso me he propuesto solamente, hacer resaltar las ventajas de la práctica; demostrar la importancia de la enseñanza técnica; la inmutabilidad de sus admirables resultados; el desarrollo progresivo, que las Ciencias biológicas le deben; la fijeza de sus datos, la claridad de sus destellos, la perfección de sus medios, la trascendencia de su fin.

Todo esto lo he hecho Señores Académicos, en virtud del entusiasmo que por esta Ciencia siento y con el solo objeto de aportar mi contingente, modestísimo, pero leal siempre y sincero, hácia la Ciencia fisiológica á la que llevo dedicadas todas mis actividades; y hácia nuestra Patria, que con mi Dios y con mi hogar, se lleva todo cuanto de facultades, de energías, de afectos, de potencias, restan aún á mi alma, en el último tercio de mi activa vida!

He dicho.

Barcelona 31 de enero de 1901.

105
PRESENTED
2 2 MAR 1902

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 13

LA «NOVA PERSEI»

POR EL ACADÉMICO

SR. D. JOSÉ COMAS SOLÁ

Publicada en abril de 1902

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 13

LA «NOVA PERSEI»

POR EL ACADÉMICO

SR. D. JOSÉ COMAS SOLÁ

Publicada en abril de 1902

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

LA «NOVA PERSEI»

por el Académico

Sr. D. José Comas Solá

Trabajo leído en la Junta general el día 29 de abril de 1901

I

La aparición de la estrella temporaria de Perseo, actualmente visible, constituirá indudablemente uno de los acontecimientos astronómicos más importantes del siglo xx. Y esta importancia es extraordinaria no sólo por el intensísimo brillo que ha alcanzado la estrella, sino también por los cambios de coloración, las fluctuaciones luminosas y el notable espectro que ha presentado.

Esta estrella nueva no podía aparecer en ocasión más oportuna, y digo esto porque la ciencia está hoy preparada, por la potencia y perfección de sus instrumentos, á arrancar de una vez el velo que hasta el presente ha encubierto estos misterios siderales.

Desde la temporaria de 1604, observada por Kepler, no había aparecido en el Cielo una estrella semejante á la actual por la intensidad de su luz, y pocas quizás han presentado más notables cambios que la misma. En todas las estrellas temporarias, esceptuando las últimas, á partir de la «Nova» de la Corona, aparecida en 1866, que llegó á la 2.ª magnitud y á cuya observación pudo ya aplicarse el espectroscopio, los estudios llevados á cabo han sido vagos, incompletos y, en general, de poco valor, razón por la cual el conocimiento del origen y constitución de las temporarias es todavía una de las cuestiones más obscuras de la Astronomía.

La actual «Nova» de Perseo aclarará indudablemente en más de un punto tanto misterio, conforme lo hacen presumir los notables resultados obtenidos en los pocos días en que se observa. Estos resultados iniciales, comienzo indudablemente de una serie de grandes y notables estudios, son los que me propongo exponer á la consideración de los señores académicos.

La nueva estrella fué descubierta en Edimburgo el 21 de febrero por Mr. Anderson, infatigable observador de estrellas variables; Anderson apreció su magnitud de 2.7. Los días siguientes fué observada ó mejor descubierta independientemente la estrella por gran número de observadores. En Barcelona tuvimos la desgracia de que el cielo estuviera cubierto en las noches del 20, 21, 22 y 23 de febrero; de lo contrario hubiera podido observarla el 23 por lo menos, día en que era superior á la 1.ª magnitud, dada la costumbre que tengo cada noche de dar un vistazo general, pero atento, á todo el cielo estrellado.

Conforme he dicho antes, Mr. Anderson juzgó la estrella de Perseo, el 21 de

febrero, de color blanco azulado y de magnitud 2.7; el 22, la apreció de magnitud 0.3, más brillante por tanto que Aldebarán, y pocas horas después la consideró igual á Pollux, es decir, de 0.5.

He ahí los principales telegramas recibidos en el *Centralstelle* de Kiel, centro de informaciones astronómicas.

Telegrama de Greenwich, recibido el 23de febrero. Markwick de Devonport Wires (?) vió ayer (22 febrero) la Nova Persei de magnitud 0.5 á 0.75. Color azul blanco. Espectro aparentemente contínuo. Independientemente descubierta por Greag.—Christie.

Telegrama de Bamberg, recibido el 23 febrero.—22 febrero. $12^h\ 25^m$ 0: Bamberg. Posiciones de la «Nova»: AR ap. = 51° 7'30"; DP ap. = 46° 25'56". Igual á Pollux.—Hartwig.

Telegrama de Utrecht, recibido el 23.

«Nova» igual brillo que Capella, 23 febrero, $6^h\ 40^m$. Utrecht.—Nijland.

Telegrama de Cambridge Mass. recibido el 22 de febrero.

«Nova» invisible el 19 de febrero; más débil que la 11.ª magnitud. Feb. 22 de 1.ª magnitud. Fuerte espectro contínuo; 25 líneas negras, seis bandas rojas brillantes y una azul brillante.—Pickering.

Telegrama de Potsdam, recibido el 24 de febrero.

Espectro de la «Nova» manifiesta anchas y difusas bandas de absorción. Potsdam, 23.—Vogel.

Telegrama de Cambridge recibido el 25 de febrero.

Espectro «Nova» grandemente cambiado; ahora parece el de Nova Aurigae —Pickering.

Los astrónomos del Observatorio de Kiel estimaron la «Nova», el 23 de febrero y á las $12^h\ 10^m$ t. de la Europa Central, más brillante que Capella; el 24 de febrero, á las $6^h\ 30^m$ y $17^h\ 15^m$, no era más brillante que Capella; el 26, el decrecimiento luminoso era muy sensible.

El Dr. Clemens, del observatorio de Kiel, comparó la «Nova» con Capella, sirviéndose del refractor de 8 pulgadas y del fotómetro de Keil, resultando:

Febrero 23 $9^h\ 16^m$ t. Kiel—«Nova»=Capella—$0^m\ 17$=$0^m\ 10$
» 24 12 23 t. » —«Nova»=Capella+$0^m\ 38$=$0^m\ 65$

suponiendo para magnitud de Capella $0^m\ 27$.

De otra parte, Lucien Bosc, de Montpellier, consideró la «Nova», el 23 de febrero, más brillante que Capella y Rigel.

El mismo día, André Robert la juzga de primera magnitud y azulada. Superior á Rigel é inferior á Sirio.

El 26, K. Graff, en el Observatorio Urania de Berlín, apreció la «Nova» más brillante que Castor y poco más brillante que Pollux. Su color era anaranjado.

M. Luizet, del Observatorio de Lyon, dá las siguientes magnitudes:

Febrero	26	á	8^h 45^m. . . .	1.1
»	27	á	9 5	1.5
»	27	á	10 20	1.9
»	27	á	11 20	2.0
»	27	á	11 40	2.1
»	27	á	12 0 . . .	2.1
Marzo	1	á	8 45	2.1 á 2.2

El 27 hubo, pues, un rápido decrecimiento.

Mi primera observación fué el 6 de marzo, de 7^h á 7^h 30 ^{m} (t. medio astronómico). Comparé la «Nova» con δ, ε, ζ de Perseo y ε Aurigae, obteniendo por resultado medio 3.20; coloración claramente rosada.

El 7 de marzo, la comparé (entre 7^h y 8^h) con δ, ε y γ de Perseo y obtuve como media 3.22.

El 8, el cielo estuvo cubierto. El 9, la comparé con δ, ν y γ de Perseo á las 7^h y obtuve 3.79.

El 10, la comparé con δ, ε y γ, resultando 3.27, apareciendo evidente un recrudecimiento de brillo desde el día anterior.

El 11, con el cielo casi cubierto, la comparé con δ de Perseo y resultó 3.4.

El 12, cubierto; el 13, á las 9^h, al través de un claro de nubes, pude ver la «Nova» inferior á ν de Perseo, resultando ser su magnitud igual á 4.3. Observación de poco peso.

El 14, cubierto. El 15, la comparé con ν y δ de Perseo, resultándome para magnitud de la «Nova» 3.85. El 16 y 17, cubiertos; no obstante, este último día, aprovechando un claro de nubes, la comparé con δ y ν, resultando 3.98. El 18, cubierto. El 19, la comparé con ν, σ y ψ de Perseo, lo que dió por magnitud 5.23, es decir, un considerable descenso con relación al día 17. Pero el 20, comparada con ν, ψ y γ, dióme 4.07, habiendo subido, por tanto, más de una magnitud desde el día anterior. Comparada el 21 con ν y τ, resultó ser igual á 4.20. En cambio, el 22, comparada con ψ y *l*, su magnitud fué de 5.65; enorme y brusco descenso, tanto más rápido y anómalo por cuanto, el 23, recuperó la magnitud 4.20 (comparación con ν y α). El 24, comparada con ν, subsistía sensiblemente la misma magnitud, es decir, 4.15. El 25 y el 26, cubiertos. El 27, comparada con ν, dióme 4.0. El 28, otro brusco descenso, pues, comparada con ν, *l* y ψ, dióme 5.22. El 29, mantúvose igual, aunque quizás muy ligeramente subida; evalué su magnitud en 5.1. En cada noche, á pesar de hacer las observaciones en horas distintas, se ha mantenido el brillo de la estrella sensiblemente constante, excepto quizás el 28 de marzo, en que parecía aumentar ligeramente de brillo.

Poniendo en orden cronológico todos los datos concernientes á las variacio-

nes de brillo y color que he podido recoger hasta el presente, resulta la siguiente tabla de valores, en la que aparecen claramente las oscilaciones luminosas que demuestran la existencia de un hecho, á mi modo de ver, de carácter mecánico, y que será tratado al final de este trabajo. He aquí la recopilación de los indicados valores.

19	febrero. . . .	< 11.ª Mag. . . .	Azulada.
21	»	2.7	»
22	»	0.4	»
23	»	0.2	»
24	»	0.6	»
26	»	1.1	»
27	febrero. . .	1.9	Anaranjada.
1	marzo	2.1	»
6	»	3.2	Rosada.
7	»	3.2	»
9	»	3.8	»
10	»	3.3	»
11	»	3.4	»
13	»	4.2 ±	»
15	»	3.8	»
17	»	4.0	»
19	»	5.2	»
20	»	4.1	»
21	»	4.2	»
22	»	5.7	»
23	»	4.2	»
24	»	4 2	»
27	»	4.0	»
28	»	5.2	»
29	»	5.1	»

Es de suponer que el decrecimiento de intensidad luminosa va á ser en adelante muy lento. Pero no por ello será menos interesante la observación asídua y cuidadosa del nuevo astro.

Si dignas del mayor interés son las observaciones fotométricas, no son ciertamente menos importantes las observaciones espectroscópicas. Varios son los espectrocopistas que se han ocupado de la «Nova» de Perseo, entre ellos Pickesing, Rayet, Vogel y Deslandres.

Se deduce, como conclusión general de los estudios efectuados por estos astrónomos, que el espectro de la nueva estrella es discontínuo, formada de bandas luminosas, difusas, y muy parecido al de las erupciones solares.

Según los estudios espectroscópicos de Vogel y Deslandres, el espectro de la «Nova» de Perseo ofrece semejanzas con las de varias estrellas temporarias anteriores, especialmente con «Nova Coronae» y «Nova Aurigae». En el espectro de la primera de estas dos se observaron rayas anchas y brillantes pertenecientes al hidrógeno, ofreciendo gran semejanza con el espectro de las protuberancias eruptivas del Sol. La de 1876, del Cisne, dió un espectro contínuo sobre el que resaltaban las rayas brillantes de la cromósfera solar. Cuando la estrella hubo decrecido mucho de brillo, desapareció el espectro contínuo y sólo quedaron rayas brillantes características de las nebulosas, es decir, quedó reducida la estrella á un astro por lo menos aparentemente nebuloso. La estrella de 1885 que apareció casi en el centro de la nebulosa de Andrómeda, dió sólo un espectro contínuo. La «Nova Aurigae» de 1893 ofrecía, como la de 1876, un espectro contínuo, pero con las rayas brillantes del hidrógeno y del calcio; cada una de estas rayas era doble, con una componente negra desviada hacia el violeta y una brillante desviada hacia el rojo. Pudiera explicarse este fenómeno, suponiendo dos masas, una, en primer término, alejándose de la Tierra y que diera las rayas brillantes, y otra, detrás de la primera, acercándose á nosotros y cuyas radiaciones fuesen absorbidas por la primera masa, dando lugar á las rayas negras. La distancia entre las rayas negras y brillantes equivaldría, en virtud del principio de Doppler-Fizeau, á una velocidad relativa de ambas masas, en el sentido de acercarse á la Tierra, de 1000 kilómetros por segundo, velocidad inaudita que nuestro espíritu no puede concebir. Por fin, el espectro de aquella estrella se transformó, como la de 1876, en el de las nebulosas.

Nada más oportuno é interesante después de estos primeros ensayos espectroscópicos que el estudio de la notabilísima estrella de Perseo. Según Deslandres, que ha fotografiado el espectro con el gran anteojo de 80 centímetros de diámetro del Observatorio de Meudon, trabajos que son confirmados por el eminente espectroscopista Vogel, el espectro de la «Nova» de Perseo presenta, en primer lugar, anchas bandas brillantes, la mayoría de bordes difusos, correspondientes á las rayas H_α, H_β, H_γ, H_δ y H_ε debidas al hidrógeno y H_{ca} y K_{ca} producidas por el calcio, siendo las rayas del hidrógeno tanto más anchas y difusas cuanto más refrangibles. Todas estas bandas aparecen desviadas hacia el rojo. Algunas otras bandas se muestran en el verde, el azul y el índigo. Y circunstancia notable, al lado de cada banda brillante aparece un espacio negro, lo que da en principio mucha semejanza con el espectro de la del Cochero, con la sola diferencia de ser las bandas brillantes y obscuras de la «Nova» de Perseo más anchas que las del Cochero. Aparece también en la actual estrella temporaria un débil espectro contínuo hacia la raya D del sodio.

La banda H_β ofrece tres máximos luminosos: uno desviado hacia el violeta, desviación correspondiente á una velocidad de — 600 km. por segundo; otro apenas desviado; y el último desviado hacia el rojo en cantidad equivalente á la velocidad de + 1000 kilómetros por segundo. De las rayas obscuras intermedias,

una está desviada hacia el violeta (— 300 km.) y la otra hacia el rojo (+ 550 km.) Las rayas de hidrógeno más refrangibles que H_β tienen desviaciones parecidas, pero aquéllas apenas son perceptibles. (1)

De todas las rayas ó bandas del espectro de la «Nova» de Perseo las más limpias son las H_{ca} y K_{ca} correspondientes al calcio. Aquí debo recordar que estas dos rayas fueron precisamente las más intensas y las de mayor espesor que aparecieron en mis clisés espectroscópicos de la cromósfera solar obtenidos durante el eclipse total del 28 de mayo de 1900 y que tuve la honra de presentar á esta Real Academia.

En el espectro de la «Nova» estas dos rayas han aparecido divididas por una fina y limpia raya negra ligeramente desviadas hacia el rojo, pero como la Tierra se aleja actualmente de la constelación de Perseo, el vapor que produce estas rayas tendrá necesariamente muy poca velocidad con relación al Sol.

En las observaciones efectuadas el 3 de marzo, han aparecido tres bandas verdes brillantes que corresponden, la menos refrangible, al triplet verde del magnesio, visibles también en mis fotografías del espectro de la cromósfera solar, durante el último eclipse, y las otras dos á las longitudes de onda λ 501 y λ 492, que deben atribuirse al parhelio.

¿Qué explicación mecánica podemos dar del complicado espectro de esta estrella nueva? Si nos propusiésamos solo interpretar escuetamente este espectro basándonos en el principio Doppler-Fizeau, diríamos que su origen son tres masas gaseosas sometidas á gran presión y dotadas de velocidades distintas con relación á nosotros. Una de las masas estaría dotada de poca velocidad y contendría principalmente hidrógeno y calcio; las otras dos sólo contendrían hidrógeno, de los cuales una se acercaría y la otra se alejaría de nosotros con velocidades vertiginosas.

Salta á la vista la imposibilidad real de esta explicación, pues no se concibe el por qué tres masas dotadas de tan distintas velocidades se hayan inflamado las tres á la vez y que las tres á la vez disminuyan luego rápidamente de brillo después haberse hecho en poco más de tres días 24000 veces más brillantes. Podía invocarse para la explicación de los fenómenos observados el efecto de una fuerte presión, la cual, conforme á las experiencias de Wilsing y otros físicos, produce, sirviéndose de la chispa eléctrica, ciertas desviaciones de las rayas espectrales. Podría admitirse también, como se ha supuesto y repite Deslandres, que el astro semiapagado sufriera bruscamente una inmensa explosión debida á una expansión súbita de los gases incandecentes internos. Esta hipótesis cabe en lo posible, dentro de ciertos límites, pero no deja por otra parte de ser muy extraña tan formidable explosión en un astro casi apagado, pues casi apagado tenía que ser el astro capaz de brillar como una estrella superior á la primera magnitud y que aparecía anteriormente bajo el aspecto de una estrella por lo menos inferior á la onceava.

(1) Las últimas fotografías espectroscópicas de M. Deslandres muestran mayor número de rayas obscuras, con desviaciones correspondientes á velocidades superiores á 1000 km. por segundo.

Podría admitirse asimismo en principio, aunque sujeta á muchas objeciones, si se descendiera á los menores detalles de los hechos observados, la idea de M. Janssen, que supone el oxígeno disociado atómicamente á elevadísima temperatura y que luego, bajando ésta, adquiriera las propiedades del oxígeno químico, tal como lo conocemos nosotros, y se combinara rápidamente con el hidrógeno para formar agua con acompañamiento de aumento considerable de temperatura, mecanismo térmico algo parecido al supuesto por M. Faye para dar cuenta de la conservación de la energía solar.

A estas hipótesis me permitiré presentar otra á la consideración de esta Academia y que indiqué en sus líneas generales en un pliego cerrado entregado á la Secretaría el 20 del corriente, á fin de que constaran en caso necesario los derechos de prioridad, tanto más cuanto M. Deslandres en su última comunicación á la Academia de Ciencias de París insinúa alguna idea que ya se me había ocurrido muchos días antes y que constituye la base de la hipótesis que voy á exponer.

Los fundamentos de esta hipótesis son los siguientes:

Supongamos en el espacio una nebulosa formada principalmente de hidrógeno sumamente enrarecido, completamente obscura quizás, y un sol enorme, de masa muy superior al nuestro. Estos dos cuerpos, sol y nebulosa, alejados en principio á inmensa distancia, muy pequeña debía ser la acción atractiva ejercida por el sol sobre la nebulosa. Mas, aproximándose con el tiempo ambos astros, la nebulosa, que podemos suponer inicialmente esférica ó globular, fué sufriendo la acción atractiva del Sol, y la forma esférica primitiva debió alargarse en por efecto de seguir sus moléculas trayectorias ú órbitas alrededor del astro atrayente. Suponiendo débiles velocidades absolutas al sol y á la nebulosa, cabe suponer que las órbitas que tenderían á seguir las moléculas de la última serían parábolas. Mas, dadas las dimensiones considerables de la nebulosa, sus molecúlas recorrerían parábolas cuyos planos serían muy distintos, formando en conjunto la figura de un cuerpo incompleto que exterior é intoriormente estuviera limitado por un paraboloide ó figura parecida. Supondré, además, que el vértice de este paraboloide está dirigido hacia la Tierra.

La aceleración adquirida por la nebulosa con el tiempo debió ser gigantesca, en términos tales que en las proximidades del periastro alcanzaría velocidades de 500, 1000 y más de 1000 km. por segundo, conforme acreditan las observaciones espectroscópicas de Vogel y Deslandres y las velocidades observadas en los grandes cometas en sus pasos por el perihelio. Dadas las dimensiones del Sol central y su extensísima atmósfera, se concibe que la distancia perihelia mínima de la nebulosidad fuera inferior á la suma del radio del Sol y del espesor atmosférico, resultando de ello que la nebulosidad se sumergiera en la misma atmósfera solar, de lo cual tenemos ejemplos en nuestro mismo sistema planetario; tal como el gran cometa de 1882, que penetró en la atmósfera solar, en regiones que alcanzan algunas veces las grandes pertuberancias. ¿Qué debió ocurrir al penenetrar aquel vertiginoso huracán de hidrógeno, muy enrarecido al principio, pero muchísimo más condensado

en su paso por el periastro, en la atmósfera solar? Es evidente que dada la considerable densidad de esta atmósfera y la velocidad inaudita de la corriente de hidrógeno, debió resultar una compresión de ambos gases, compresión que llegaría á anular completamente la velocidad de la nebulosa. Esta pérdida de velocidad y esta compresión produjeron inevitablemente un aumento de temperatura enorme, aumento imposible de calcular, pero que bien sabemos por las leyes de la Termodinámia que puede alcanzar límites elevadísimos, conforme lo atestiguan estos bólidos y estrellas fugaces que, penetrando en las regiones más altas de nuestra atmósfera, llegan á la incandescencia, se funden y volatilizan en un instante con sólo velocidades de 30, 40 ó más km. por segundo.

De lo dicho resulta una masa de hidrógeno comprimida é incandescente que empuja la atmósfera solar ó estelar y que se mueve hacia nosotros, y una elevación extraordinaria de temperatura en la misma atmósfera solar; el huracán de hidrógeno queda por fin retenido y su velocidad vencida por la inercia de la masa enorme de vapores que rodean el inmenso astro central. Pero la corriente nebulosa se extiende más allá de la atmósfera solar, y esta parte de la misma, sin encontrar resistencia sensible, pues el frotamiento molecular en un gas sensiblemente perfecto resulta en este caso despreciable, continúa siguiendo su órbita parabólica, cruza el periastro y sigue su ruta hacia el infinito. No obstante, hay una circunstancia que conviene hacer observar: dado el aumento extraordinario de temperatura que ha sufrido el astro central y la comprensión que experimenta el gas, este hidrógeno libre, al pasar hacia la mínima distancia del sol se calienta rápidamente y adquiere la incandescencia cuando, después de haber pasado por el periastro, se aleja de nosotros, aparte de las intensas manifestaciones de carácter eléctrico que pueden originarse en la nebulosa de hidrógeno como consecuencia del enorme trabajo molecular efectuado en la compresión, choque y frotamiento de gases.

De lo dicho resulta: 1.°, Un sol central con aumento de brillo atmosférico, y quizás fotosférico, dotado de pequeña velocidad, con relación á nuestro sistema planetario; 2.°, Una masa de hidrógeno incandescente que se acerca á nosotros con velocidad media de algunos centenares de kilómetros por segundo, y que concluye por detenerse, por lo menos en parte; 3.°, Otra masa de hidrógeno incandescente que se aleja con velocidad extraordinaria. Tenemos, pues, en principio, los tres espectros observados en la «Nova Persei», sin salirnos de la ley de Doppler—Fizeau.—Con este esbozo de hipótesis es posible explicar en sus líneas generales: 1.°, Como ya queda dicho, el triple espectro de la «Nova» sin necesidad de suponer tres masas; 2.°, El aspecto de bandas difusas que ofrecen las rayas espectrales de la «Nova»; pues se concibe que así debe ser tratándose de masas incandescentes fuertemente comprimidas y, sobre todo, dotadas de velocidades diferentes en distintas regiones de las mismas; 3.°, El espectro de absorción, fotografiado estos últimos días por Deslandres, espectro debido á la absorción efectuada por el espesor nebuloso, relativamente frío, que pasa muy lejos de la atmósfera solar; 4.°, La lim-

pieza de las rayas H_{ca} y K_{ca}, perteneciente al calcio y propias de la atmósfera solar ó estelar; 5.°, El cambio de coloración de la estrella, pues al cabo de cierto tiempo la cantidad de hidrógeno mezclada á la atmósfera solar pudo ser considerable, y sus radiaciones en este caso debieron acentuar la coloración roja ó rosada; 6.°, Explícase con igual facilidad la rapidez del aumento de brillo y el descenso bastante rápido del mismo, así como sus variaciones luminosas no periódicas.

Generalizando lo expuesto, explícase por la misma hipótesis: 1.°, El espectro de las demás estrellas temporarias; 2.°, El aspecto nebuloso final adquirido por las temporarias del Cochero y del Cisne; 3.°, Un caso particular de la misma hipótesis es la estrella nueva que apareció en 1885 casi en el centro de la nebulosa de Andrómeda; 4.°, Se explican igualmente, entre otros fenómenos, las extraordinarias variaciones de brillo de la estrella η del Navío, que se halla precisamente situada en medio de una extensa y magnífica nebulosa. (1)

Por fin, haré notar que la región del cielo vecina á la «Nova Persei», es prolífica en estrellas temporarias. Ejemplos son las de 1572, 1600, 1876, 1885 y 1893. Por otra parte, es visible también que las estrellas temporarias aparecen con preferencia hacia la zona galáctica, hecho muy explicable, dado el muchísimo mayor número de estrellas que existen en la citada zona, por más qne escaseen las nebulosas en ella.

Si la velocidad radial de la «Nova Persei» es pequeña, según indica el espectroscopio, nada se sabe todavía con precisión respecto de su movimiento transversal.

Mùcho queda por estudiar sobre este difícil asunto de la Astronomía sideral, pero confiemos en que la nueva estrella de Perseo representará en la Historia de la Ciencia del Cielo uno de sus más fecundos y memorables acontecimientos. Y al terminar estas líneas no puedo menos de levantar otra vez mi voz para lamentar y protestar con todas mis fuerzas del abandono con que en nuestra tierra se tiene todo cuanto se refiere al estudio de la Ciencia por la Ciencia. Con motivo de la «Nova Persei», aparece nuevamente con toda evidencia la inmensa inferioridad científica de España. Las observaciones espectroscópicas, que hoy constituyen casi el primer elemento de investigación en Astronomía, no se efectúan en ningún Observatorio de España. Estamos obligados á repetir lo que nos dicen los extranjeros. Pero no culpemos á Madrid ni á S. Fernando, pues aquí, en Barcelona, á pesar de los continuados trabajos llevados á cabo por esta Academia desde hace una porción de años para instalar un Observatorio en el Tibidabo, y á pesar de ser Barcelona la población más rica y poblada de España, no tiene ni siquiera un Observatorio astronómico que merezca el nombre de tal. No queda otro recurso que trabajar y hacer lo posible cada uno con sus propios recursos; es el único modo de dejar tranquila nuestra conciencia científica. Otros, quizás, más tarde, gozarán de tiempos mejores.

---

(1) Las fotografías obtenidas por Richtey de la nebulosa que rodea la "Nova Persei" y las consideraciones que sobre la misma han publicado Kapteyn y Wilson son altamente favorables á mi hipótesis.—Nota del 10 de marzo de 1902.

P. S.—Escritas las anteriores líneas y continuando la observación de las variaciones de brillo de la «Nova Persei», creo poder deducir, aunque de momento con todas las reservas, que estas anómalas variaciones luminosas de que se ha tratado en la primera parte de mi trabajo, están sometidas á un período regular y constante y que del conjunto de todas las observaciones hechas resultaría ser igual, como primera aproximación, á 3 días y 5 horas. ¿A qué podrán ser debidas estas fluctuaciones, problamente periódicas? Ciertamente que podrían atribuirse al paso de un astro obscuro por delante de la estrella, es decir, á los eclipses sucesivos producidos por un gran planeta, ó bien á que los dos astros fueran luminosos y pasaran periódicamente en conjunción, como ocurre en las variables del tipo Algol y en el mismo planetoide Eros. Pero este caso requiere, como primera condición, que el plano de la órbita del astro secundario pase sensiblemente por el rayo visual, lo que significa un hecho casual necesariamente raro. Más satisfactorio es suponer que la materia nebulosa engendradora, según mi hipótesis, de la incandescencia de la atmósfera solar, y que debió rozarla en las inmediaciones del periastro, produjo la antedicha incandescencia con irregularidad ó mayor intensidad luminosa en una cara ó región de la estrella, irregularidad de brillo que tenderá á uniformarse con mucha lentitud. Ahora bien; si la estrella, como todos los astros conocidos, ó mejor, bien estudiados, está dotada de un movimiento de rotación, es evidente que nos presentará en ciertos momentos las regiones más brillantes, y en otros las regiones que lo son menos, y las variaciones luminosas que resulten corresponderán en su período á la rotación de la estrella. Caso de ser cierta esta explicación naturalísima, podemos decir que la «Nova Persei» será la primera estrella del Cielo en la que se habrá observado y calculado su movimiento de rotación.

30 de marzo de 1901.

II

Como complemento del trabajo que tuve el honor de presentar á esta Real Academia en la sesión del 30 de marzo último, debo hoy añadir que la periodicidad que descubrí en las fluctuaciones luminosas de la *Nova Persei* y que entonces dí como probables se han confirmado plenamente y que han pasado al terreno de la certeza. La duración media de estas oscilaciones es de 4 días y 6 horas.

Como particularidades notables que he observado en mi curva de luz deben citarse, sobre todo, la diferencia cada vez más acusada entre los máximos y mínimos luminosos, así como las sensibles anomalías entre las distancias de los puntos trópicos. Estas particularidades se explican con extraordinaria facilidad partiendo de la hipótesis por mí expuesta en la última sesión de esta Academia, hipótesis de la que se desprende, como ya indiqué, que en la atmósfera estelar, inflamada por

efecto de su choque ó compresión contra la materia caótica hidrogenada, quedó una parte de aquella más brillante ó con mayor cantidad de calor y luz que el resto de la misma, hecho muy natural, pues se concibe la dificultad, por no decir imposibilidad, de que esta incandescencia súbita de gases se produzca con entera uinformidad en toda la atmósfera estelar. Ahora bien; suponiendo un movimiento de rotación á la estrella, la sucesivas presentaciónes de la cara más luminosa y de la menos luminosa corresponderá á los máximos y mínimos de luz. Si nos fijamos luego en que la extinción luminosa, como consecuencia del enfriamiento de los gases estelares, se presentará primeramente en la región de menor temperatura ó de menor capacidad radiante y que se propagará en ambos sentidos hacia la región de mayor intensidad calorífica y luminosa, deberá resultar: 1.° Acentuación creciente entre la diferencia luminosa de los máximos y mínimos; 2.° Aumento de la duración de los mínimos y disminución de la duración de los máximos; y 3.° Variaciones del período de la oscilación.

Estas variaciones del período de la oscilación se efectuarán de la siguiente manera: cuando la extinción luminosa se propague en el mismo sentido de la rotación el período se acortará y cuando se efectúe en sentido contrario se alargará. Esta es una concepción que por su sencillez no necesita demostrarse. Pues bien; en la curva de luz de la *Nova Persei* aparecen clarisimamente las tres consecuencias citadas, y las anomalías de la periodicidad son compatibles por completo con lo dicho arriba referente al sentido de la propagación del enfriamiento.

Considero, pues, como una verdad adquirida por la Ciencia que la *Nova Persei* está dotada de movimiento de rotación (primer caso indudable observado en el Cielo); que esta rotación se efectúa en 4 días y 6 horas, siendo por tanto mucho más rápida que la de nuestro Sol; que su aumento de brillo es debido á la incandescencia de los gases que envuelven la estrella; que en ésta hay una región más brillante que el resto; y, por fin, que el enfriamiento se propaga hacia esa región más brillante en uno y otro sentido, pero no uniformente. El estudio de la curva de luz nos permite deducir el sentido de la propagación del enfriamiento con relación á la rotación de la estrella y descubrir día por día los cambios y variaciones que en ella han tenido lugar en este concepto. En determinadas circunstancias sería posible que con el estudio de la curva de luz se pudiera obtener una primera aproximación de la inclinación del eje de rotación de la estrella temporaria con relación á nuestro rayo visual.

De todo lo dicho se desprende que la aparición de la *Nova Persei* representa ya un gran paso en el estudio de la constitución y origen de las estrellas temporarias.

29 de abril de 1901.

FLUCTUACIONES DE LA INTENSIDAD LUMINOSA DE LA «NOVA PERSEI»

En el presente trabajo me propongo ampliar y completar con los nuevos datos obtenidos las comunicaciones que referentes á la «Nova Persei» tuve el honor de presentar á esta Real Academia algunos meses atrás. Al efecto, he trazado un diagrama de las fluctuaciones de la intensidad luminosa de la «Nova Persei» apoyándome en todas las observaciones que he podido recoger. Casi todas estas observaciones, hasta principios de junio, corresponden á las 21^h tiempo civil, ó á las 9^h tiempo astronómico, mientras que á partir de la citada época, por la posición especial de la estrella, fueron efectuadas, en su inmensa mayoría, hácia media noche. Cuando las sucesivas observaciones de un solo observador durante una misma noche dan valores sensiblemente distintos, tomo, según los casos, los valores correspondientes, por interpolación, á las 9^h ó 12^h; cuando las diferencias se reducen simplemente á errores accidentales, tomo la media aritmética de los valores.

He dejado intactas las magnitudes evaluadas por comparación con las magnitudes de la «Uranometría Nova Oxoniensis» y las de Harvard College, puesto que ambas son sensiblemente iguales, pero he corregido, en vista de las diferencias de las magnitudes tipos, todos los valores fundados en escalas fotométricas sensiblemente distintas de las de los Catálogos citados. En la lista adjunta doy los valores medios que he obtenido y que me han servido para el trazado del diagrama. El número de observaciones que he podido aprovechar es de 379. Principalmente son alemanas, francesas é italianas.

Es indudable que existirán algunas imperfecciones en los valores obtenidos, por manera que no deben tomarse al pié de la letra algunas pequeñas anomalías que presenta el diagrama. Sobre todo en la determinación de la época y magnitud de los máximos debe existir mayor suma de errores, por efecto del tiempo muy reducido durante el cual se pudieron efectuar observaciones en la primera mitad de la série, es decir, hasta primeros de junio. No obstante, tengo entera confianza en que el diagrama adjunto será suficiente para dar una clara y exacta idea de las fluctuaciones de brillo de la *Nova,* aparte de algunas soluciones de continuidad que aparecen en la curva, soluciones de continuidad que procuro destacar por medio de líneas rectas de trazos.

Empiezo el 4 de marzo, por ser esta la época en que principiaron á regularizarse en cierto modo las fluctuaciones de brillo de la *Nova.* Por lo demás, las magnitudes de la estrella correspondientes á los primeros días de su aparición ya fueron apuntadas en un trabajo mío anterior.

MARZO 1901

Día	Mag.	N.° obs.	Día	Mag.	N.° obs.	Día	Mag.	N.° obs.
4.	2.57	6	13.	3.69	7	23.	4.03	3
5.	2.53	3	14.	3.64	5	24.	4.20	5
6.	2.84	5	15.	3.73	6	25.	4.95	2
7.	3.14	5	16.	3.98	6	26.	4.33	4
8.	3.17	4	17.	3.93	7	27.	4.36	5
9.	3.63	2	18.	3.41	4	28.	5.32	4
10.	3.29	4	19.	5.25	7	29.	4.90	5
11.	3.43	2	20.	3.63	8	30.	4.07	3
12.	3.29	5	21.	3.95	6	31.	4.40	3
			22.	5.42	4			

ABRIL 1901

Día	Mag.	N.° obs.	Día	Mag.	N.° obs.	Día	Mag.	N.° obs.
1.	4.21	2	11.	5.68	3	21.	5.65	4
2.	5.30	2	12.	4.97	5	22.	5.47	2
3.	5.50	1	13.	4.39	3	23.	4.27	4
4.	4.22	4	14.	5.52	2	24.	5.31	3
5.	4.59	4	15.	5.55	6	25.	5.80	3
6.	4.45	2	16.	5.71	3	26.	5.70	2
7.	5.80	2	17.	5 04	3	27.	4.60	3
8.	4.49	2	18.	4.32	5	28.	5.55	2
9.	4.54	4	19.	5.80	1	29.	5.42	1
10.	5.48	5	20.	5.54	3	30.	—	0

MAYO 1901

Día	Mag.	N.° obs.	Día	Mag.	N.° obs.	Día	Mag.	N.° obs.
1.	5.20	2	11.	5.9	1	22.	5.29	2
2.	4.58	2	12.	5.9	1	23.	6.26	1
3.	5.75	3	13.	5.16	2	24.	6.0	1
4.	5.88	3	14.	6.12	2	25.	—	0
5.	5.75	3	15.	6.2	2	26.	—	0
6.	5.75	1	16.	5.8	2	27.	—	0
7.	5.15	3	17.	—	0	28.	—	0
8.	4.80	1	18.	5.79	2	29.	—	0
9.	6.2	1	19.	6.05	1	30.	—	0
10.	—	0	20.	6.45	2	31.	5.4	1
			21.	6.12	2			

JUNIO 1901

Día	Mag.	N.° obs.
1. . .	—	0
2. . .	—	0
3. . .	—	0
4. . .	6.12	1
5. . .	6.09	1
6. . .	6.5	1
7. . .	6.5	1
8. . .	5.6	2
9. . .	6.2	2
10. . .	6.6	1
11. . .	—	0
12. . .	—	0
13. . .	6.0	2
14. . .	—	0
15. . .	—	0
16. . .	—	0
17. . .	—	0
18. . .	6.5	1
19. . .	5.95	2
20. . .	5.9	1
21. . .	5.9	2
22. . .	5.8	3
23. . .	4.5	1
24. . .	5.9	3
25. . .	5.0	1
26. . .	—	0
27. . .	5.4	1
28. . .	6.0	3
29. . .	6.1	2
30. . .	6.2	1
31. . .	—	0

JULIO 1901

Día	Mag.	N.° obs.
1. . .	5.9	1
2. . .	6.1	1
3. . .	6.0	1
4. . .	5.9	1
5. . .	5.9	1
6 . . .	5.9	1
7. . .	5.8	3
8. . .	6.0	2
9. . .	6.0	3
10. . .	6.0	4
11. . .	6.0	4
12. . .	5.8	2
13. . .	5.8	2
14. . .	5.8	2
15. . .	5.9	3
16. . .	6.0	3
17. . .	6.0	1
18. . .	5.9	4
19. . .	5.9	3
20. . .	5.9	1
21 . . .	5.9	1
22. . .	5.9	2
23. . .	5.9	2
24. . .	5.9	1
25. . .	5.9	1
26 . . .	6.0	1
27. . .	6.0	1
28. . .	—	0
29. . .	6.0	1
30. . .	—	0
31. . .	—	0

AGOSTO 1901

Día	Mag.	N.° obs.
1. . .	5.8	1
2. . .	—	0
3. . .	5.8	2
4. . .	5.8	2
5. . .	5.8	2
6. . .	5 8	1
7. . .	5.8	2
8. . .	5.8	1
9. . .	5.8	1
10. . .	5.8	1
11. . .	—	0
12. . .	5.8	1
13. . .	5.9	1
14. . .	—	0
15 . . .	5.9	1
16. . .	5.9	1
17. . .	—	0
18 . . .	5.9	1
19. . .	5.9	1
20. . .	5.9	1
21 . . .	—	0
22. . .	5.9	1
23. . .	6.1	1
24. . .	—	0
25. . .	6.2	1
26. . .	—	0
27. . .	6.3	1
28. . .	—	0
29. . .	—	0
30. . .	—	0
31. . .	6.3	1

SEPTIEMBRE 1901

Día	Mag.	N.º obs.	Día	Mag.	N.º obs.
1. . . .	6.3 . . .	1	19. . . .	5.7 . . .	1
12. . . .	7.0 . . .	1	21. . . .	6.0 . . .	1
13. . . .	6.9 . . .	1	23. . . .	6.3 . . .	1
15. . . .	6.6 . . .	1	24. . . .	6.5 . . .	1
18. . . .	6.3 . . .	1	25. . . .	6,4 . . .	1

OCTUBRE 1901

Día	Mag.	N.º obs.
3. . . .	6.7 . . .	1
10. . . .	6.7 . . .	1

De la inspección de la curva de luz pueden deducirse las siguientes consecuencias: 1.ª Hasta el 18 de marzo las oscilaciones han sido débiles y sin evidente regularidad; 2.º El gran descenso del 19 de marzo demuestra que la materia incandescente de la estrella es susceptible de un rápido y gran decrecimiento de brillo; 3.º A partir de este gran descenso, aumenta considerablemente la amplitud de las fluctuaciones y presentan éstas cierta regularidad periódica; 4.º El mínimo del 31 de marzo fué seguramente perturbado; 5.º A partir del mínimo del 3 de abril, el período se alarga y regulariza; 6.º Desde el 3 de abril, las magnitudes mínimas aumentan de duración y el crecimiento y disminución de brillo se hacen más rápidos; 7.º La regularidad periódica de las fluctuaciones desaparece por lo menos á finales de junio, y digo por lo menos puesto que es imposible decidir nada sobre la mayor parte del mes de junio por insuficencia de observaciones; y 8.ª A pesar de las numerosas anomalías que se observan en la curva, muchas de ellas seguramente reales, y otras producto de errores de observación, aparece con toda evidencia una ley de periodicidad reguladora de las oscilaciones de la intensidad luminosa de la *Nova* durante los meses de marzo, abril y mayo.

Estos resultados me afirman más y más en las hipótesis que en tiempo oportuno tuve el honor de comunicar á esta Real Academia, y que por lo mismo me creo dispensado de repetirlas. Yo no concibo que puedan ofrecer cierta periodicidad en sus manifestaciones ígneas ni las erupciones de un astro, ni los choques de este astro con otros cuerpos celestes.

Por lo menos sería un caso rarísimo que por efecto de las citadas causas se repitieran las oscilaciones periódicas de luz once veces consecutivas. No veo explicación más natural de los fenómenos observados que suponer en la estrella una región ó mancha más brillante que el resto del astro, la cual, por efecto

de la rotación de la estrella, produciría esta série de máximos y mínimos de brillo parecidos á los que ofrece un faro marítimo giratorio. Apoyándonos en esta hipótesis, podemos aceptar que hasta el 18 de marzo subsistió aun la causa determinante de la inflamación de la estrella, dando lugar á una inmensa é irregular actividad. A partir del 18 de marzo, se manifiesta, siempre aceptando la hipótesis expuesta, la falta de regularidad en la distribución de la luz sobre la superficie de la estrella. Por otra parte, el sentido y velocidad variables de la propagación de la extinción de la luz, el movimiento propio por impulsión que podría tener la atmósfera de la estrella desde un principio (movimiento que debía retardarse con el tiempo), los grandes cambios físicos y químicos que debieron tener lugar en un astro que se hallaba en tales condiciones, y, por fin, los errores é insuficiencias de observación pueden explicar, á mi entender, perfectamente las oscilaciones y cambios anómalos que se observan en la curva de luz. Por lo que se refiere al decrecimiento luminoso, lento é irregular, que se nota á partir de fines de junio es fácilmente explicable suponiendo que la mancha brillante se ha extinguido relativamente, quedando uniformada la superficie ó atmósfera luminosa de la estrella y sólo sometida á variaciones bruscas é irregulares que pueden reconocer por origen fenómenos mecánicos, químicos y físicos. Por lo demás, se nota en la curva de luz que á mediados de mayo tiende ya á disminuir la amplitud de las oscilacilaciones periódicas.

En cuanto á las observaciones espectroscópicas, éstas han mostrado, aparte de la velocidad relativa que indiqué en su día, la discrepancia de espectros entre los máximos y mínimos luminosos, lo que es muy explicable en la hipótisis expuesta, y además la tendencia en transformar su espectro en el de las nebulosas, es decir, en pasar del espectro estelar con rayas y bandas obscuras al espectro de bandas y rayas brillantes, hecho que es de advertir ha sido observado en todas las demás estrellas temporarias que se han podido observar con el auxilio del espectroscopio.

Esta tendencia ó la que podríamos llamar esta degeneración al estado nebuloso ha sido, por lo demás, confirmada por las fotografías sacadas de la *Nova* en los Observatorios Mac-Cormick y en el de Harvard, según indican telegramas que he recibido recientemente del Astronomcentralstelle de Kiel. Según estas fotografías, existen alrededor de la *Nova* y muy próxima á ella varias condensaciones nebulosas, con la particularidad notabilísima de que estas nebulosidades en pocos días han presentado un movimiento sensible con relación á la *Nova,* hecho que implicaría una enorme velocidad por parte de la nebulosa. Aun cuando estos últimos descubrimientos están todavía en estudio y pueden darnos muchas sorpresas, aparece una vez más confirmada la relación íntima que existe entre las nebulosas y las estrellas temporarias, lo que constituye por tanto un dato favorable á la explicación que procuré dar del origen de las estrellas temporarias apoyándome en la existencia de una inmensa masa de materia cósmica capturada ó atraída por un astro de grandes dimensiones y de gran masa.

Para terminar esta discusión de la curva de luz de la *Nova Persei*, deduciré sobre el diagrama y de la mejor manera posible las épocas de máximos y mínimos luminosos durante el período de mayor regularidad en las oscilaciones, á fin de deducir el valor medio de este período y por tanto el período de rotación de la estrella. Las horas están indicadas en tiempo astronómico de Greenwich y en fracciones de día.

Máximos	Mínimos
20.7 marzo.	19.4 marzo.
23.9 »	22.4 »
26.8 »	25.3 »
30.4 »	28.6 »
1.6 abril.	31.4 »
4.5 »	3.1 abril.
8.8 »	7.2 »
13.3 »	11.4 »
18.4 »	15.8 »
23.5 »	21.0 »
27.4 »	25.5 »
(2.4) mayo.	29.6 »
8 0 »	5.2 mayo.
13.4 »	11.0 »
17.8 »	15.4 »
22.3 »	20 4 »

Dejo los otros máximos y mínimos por insuficiencia de observaciones.

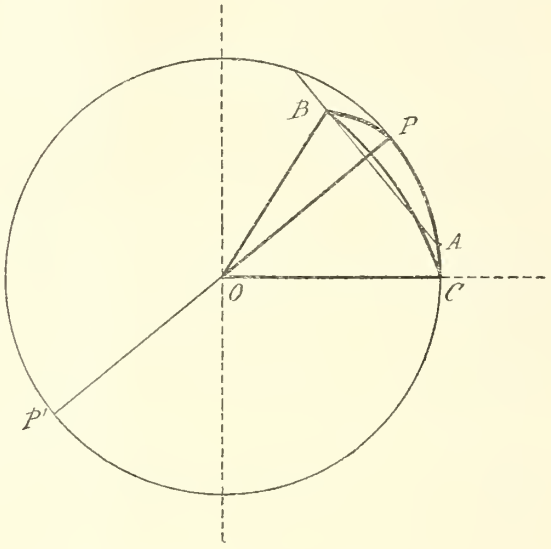
Del mínimo del 19 de marzo al mínimo del 20 de mayo resulta un período medio de 4^d 133. Pero tomando como origen el mínimo del 11 de abril, se encuentra 4^d 875, período seguramente más cerca de la verdad que el primero. En cuanto á la línea media de brillo, es sensiblemente un arco de parábola hasta el 27 de abril, en cuya época forma una inflexión, descendiendo más rápidamente, para seguir más tarde una recta casi horizontal, ligeramente descendente.

21 noviembre 1901.

Partiendo de la hipótesis por mi expuesta tiempo atrás, fundada en la rotación de la «Nova Persei», para la explicación de sus fluctuaciones periódicas de luz, intentaré hoy determinar, apoyándome en la curva de luz, la inclinación del eje de rotación de la «Nova» sobre nuestro rayo visual y la latitud astrocéntrica de la mancha luminosa.

Sean PCP′ el contorno de la estrella supuesta esférica; B la posición de la

mancha brillante en un momento dado, mancha que supongo ser en principio indefinidamente pequeña ó un elemento plano que se destaca sobre una superficie de menor intensidad luminosa; PP′ el eje de rotación; OC la dirección de nuestro rayo visual; δ la distancia polar del punto luminoso; φ el ángulo formado por el eje de rotación y nuestro rayo visual; y, por fin, ψ el ángulo horario de la manchita luminosa contado á partir del meridiano central de la estrella.



Lo que nos interesa conocer es el ángulo BOC, formado por la normal OB al elemento plano luminoso B y la dirección OC del rayo visual. Este ángulo podemos deducirlo del triángulo esférico BPC, que nos permite escribir, llamando π al ángulo buscado:

$$\cos \pi = \cos \delta \cos \varphi + \operatorname{sen} \delta \operatorname{sen} \varphi \cos \psi$$

Para deducir el valor de cos π, es necesario calcular la relación de intensidades luminosas de la mancha brillante para diferentes valores de ψ, sirviéndose de la curva de luz.

Sean I la intensidad luminosa de la mancha brillante vista de frente, sin oblicuidad, es decir, en C; I'_m la intensidad luminosa, ó mejor dicho, cantidad de luz recibida por nuestra vista cuando la mancha está en A, posición que corresponde al máximo luminoso de la curva de luz y á un ángulo con nuestra visual igual á $\varphi - \delta$. Podremos escribir, por tanto:

$$I (\cos \delta \cos \varphi + \operatorname{sen} \delta \operatorname{sen} \varphi) = I \cos (\varphi - \delta) = I'_m .$$

Por la misma razón:

$$I'' = I\,(\cos\delta\cos\varphi + \operatorname{sen}\delta\operatorname{sen}\varphi\cos\psi''),$$

de donde,

$$\frac{I'_m}{I''} = \frac{\cos(\varphi - \delta)}{\cos\delta\cos\varphi + \operatorname{sen}\delta\operatorname{sen}\varphi\cos\psi''} \qquad (1)$$

y también

$$\frac{I'_m}{I'''} = \frac{\cos(\varphi - \delta)}{\cos\delta\cos\varphi + \operatorname{sen}\delta\operatorname{sen}\varphi\cos\psi'''}$$

$$\vdots \qquad\qquad \vdots$$

Conforme puede observarse, δ y φ aparecen en estas fórmulas de idéntica manera dispuestos, constituyendo esta circunstancia una causa de ambigüedad en el resultado.

Abandonando, pues, la determinación de valores distintos de δ y φ, examinaré sólo el caso particular de igualdad de los mismos.

Tomemos un período en la curva de luz, que aún cuando más corto que el período medio, es notable por su regularidad. Me refiero al comprendido entre el 12 y 17 abril. He aquí sus elementos:

	Máximo	Mínimo	
	Abril — 12.8	Abril — 15.8	Mag. máx. = 4.4
Periodo = $4^{d}.0$.			Mag. mín. = 5.8

Tomando valores de I separados por $\frac{1}{3}$ de día, resultan sobre el diagrama los siguientes valores:

$I'_m = 4.40$..	$\varphi = 0^{\circ}$
$I'' = 4.45$.	$\varphi = 30$
$I''' = 4.60$..	$\varphi = 60$
$I^{IV} = 5.50$..	$\varphi = 90$
$I^{V} = 5.80$..	$\varphi = 120$

Sabiendo que el orden de magnitud varía en progresión aritmética, mientras

el brillo varía en progresión geométrica cuya razón es aproximadamente 2 . 5, calcularemos el valor relativo de las intensidades luminosas, y nos resultará:

$$I'_m = 100$$
$$I'' = 95$$
$$I''' = 83$$
$$I^{IV} = 36$$
$$I^{V} = 27$$

Pero correspondiendo I^V al valor mínimo y por lo tanto á la intensidad luminosa de la estrella sin mancha brillante, obtendremos las verdaderas intensidades relativas de ésta restando de los valores de I'_m, I'', I''' y I^{IV} el valor de I^V, lo que nos da:

$$I'_m = 73$$
$$I'' = 68$$
$$I''' = 56$$
$$I^{IV} = 9$$

Haciendo en la fórmula (1) $\varphi = \delta = \alpha$ se transforma en

$$\frac{I'_m}{I''} = \frac{1}{\cos^2\alpha + \operatorname{sen}^2\alpha \times \cos\varphi''} \qquad (2)$$

Para hallar el valor de α, nos valdremos de la condición de ser infinito el valor de esta expresión cuando $\varphi = 120°$; en otras palabras, lo obtendremos de la ecuación de condición que resulta de igualar á cero el denominador del segundo miembro:

$$\cos^2\alpha + \operatorname{sen}^2\alpha \times \cos 120° = 0.$$

Efectuado el cálculo resulta $\alpha = 55°$.

Apliquemos este valor de $\alpha = \varphi = \delta$ á diferentes puntos de la curva de luz que correspondan á ángulos φ de 0°, 30°, 60°, 90° y 120°, valor este último que determina, conforme ya se ha indicado, el momento de la desaparición de la mancha luminosa en el borde de la estrella.

Sustituyendo valores en (2) nos resulta.

	Primer miembro	Segundo miembro
para $\varphi = 30°$	$\frac{I'_m}{I''} = 1.07$	$\frac{1}{0.32 + 0.67 \times \cos 30°} = 1.11$

	Hrimer miembro	Segundo miembro
para $\varphi = 60^\circ$	$\frac{I'_m}{I'''} = 1.30$	$\frac{1}{0.32 + 0.67 \times \cos 60^\circ} = 1.54$
para $\varphi = 90^\circ$	$\frac{I'_m}{I^{IV}} = 8.10$	$\frac{1}{0.32 + 0.67 \times \cos 90^\circ} = 3.13$
para $\varphi = 120^\circ$	$\frac{I'_m}{I_V} = \infty$	$\frac{1}{0.32 + 0.67 \times \cos 120^\circ} = \infty$

Esceptuando el valor correspondiente á $\varphi = 90^\circ$, que por su posición especial los errores de observación influyen grandemente en el resultado, los demás valores presentan una variación que se aproxima bastante á la de la relación de intensidades luminosas.

Si bien estos cálculos nos dicen que φ y δ son ángulos poco diferentes, también nos enseñan que los mismos nos son sensiblemente iguales. Sin la pretensión de dar resultados rigurosos, paréceme que esta tentativa de cálculo contribuye á demostrar cuando menos que las fluctuaciones periódicas de luz que en su tiempo presentó la «Nova Persei» eran debidas, conforme indiqué entonces y hoy admiten todos los astrónomos, á la rotación de la misma.

Por lo demás, el método aquí expuesto podría aplicarse en ciertas circunstancias á la determinacion de la latitud de las manchas obscuras ó brillantes de Urano y Neptuno y que puedan producir, como ya se ha observado algunas veces, variaciones periodicas de intensidad luminosa de aquellos lejanos planetas. Para tales astros desaparecería toda ambigüedad, pues la inclinación del plano de las órbitas de sus satélites, nos daría aproximadamente el ángulo φ que ha entrado en los cálculos anteriores. Por fin, también sería aplicable este método á los mismos satélites en el supuesto de que su eje de rotación fuese sensiblemente perpendicular al plano de su órbita.

PRESENTED
7 MAY. 1902

JOSÉ COMAS SOLÁ — FLUCTUACIONES DE LA INTENSIDAD LUMINOSA DE LA "NOVA PERSEI"

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 14

JÚPITER EN 1901

POR EL ACADÉMICO

SR. D. JOSÉ COMAS SOLÁ

Publicada en abril de 1902

BRITISH MUSEUM NATURAL HISTORY

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 14

JÚPITER EN 1901

POR EL ACADÉMICO

SR. D. JOSÉ COMAS SOLÁ

Publicada en abril de 1902

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

JÚPITER EN 1901

por el Académico

D. José Comas Solá

Sesión de 31 de diciembre de 1901

Mis observaciones empezaron el 28 de abril y terminaron el 9 de octubre. Las imágenes que pude obtener con mi ecuatorial Grubb de 6 pulgadas han sido, en general, medianas por causa de la débil altura del planeta y de las malas condiciones atmosféricas de la mayor parte de las noches de observación. He podido efectuar, sin embargo, cierto número de observaciones que ofrecen algún interés.

El aspecto general del planeta ha sido el de costumbre, pero en los detalles eran de notar muy sensibles diferencias con relación á 1900. En primer lugar, la componente $+\alpha''$ ha desaparecido casi completamente. Quedan sólo algunas pequeñas manchas aisladas circulares ó alargadas y débiles fragmentos de banda; por otra parte, la componente $+\alpha'$ ha sido menos intensa ú obscura y de constitución más sencilla que en 1900. Algunas veces notábase en ella puntitos negros de muy difícil percepción.

La zona ecuatorial, tan abundante en detalles en 1900, ha sido durante la última oposición casi uniforme, sin banda ecuatorial ni manchas cumuliformes hacia su línea media. Hasta las manchas del sistema 1 han sido poco abundantes, efímeras y poco visibles. En tal efecto podía influir ciertamente la mala calidad de la imagen, pero el hecho, en principio, es verdadero.

La constitución de $-\alpha$ y su aspecto general ha sido sensiblemente el mismo que en 1900, pero las manchas brillantes de — A han sido, en 1901, mucho más abundantes que en 1900. La coloración general del planeta ha sido muy débil. La zona ecuatorial, casi incolora ó ligeramente amarillenta. La única coloración bien visible era la de las bandas $\pm\alpha$, coloración que, como siempre, ha sido la de un rojo amarillento claro. Los tonos verdosos observados alguna vez por mí han sido invisibles en 1901. En cuanto á las bandas templadas, las he visto muy ligeramente azuladas.

Debo hacer notar, como detalles importantes, dos ráfagas grises que parten de las manchas obscuras y que llegan hasta $+\beta$, lo mismo que la banda oblícua que sale de $+\gamma$, hacia los 220° de longitud. Otro detalle notable, si bien ya observado por mí algunas veces, son los pequeños puntos brillantes situados entre $-\alpha'$ y $-\alpha''$. Me ha sido imposible determinar la rotación de estos puntitos brillantes.

Respecto á las variaciones sufridas por los detalles jovianos, debo hacer al-

gunas observaciones importantes. Desde luego, la intensidad de las bandas, excepción hecha de — α, ha sido muy variable, pero la media en el orden decreciente de intensidad ú orden dominante de obscuridad ha sido: — α, + β, + α y — β. En su mayor parte la banda + β ha sido doble, muy intensa, siendo + β'' más obscura que + β' y más alejada de + α que en 1900. La zona más blanca del planeta ha sido casi constantemente + B. Pero el cambio más notable es el que se refiere á la luminosidad de extensas regiones del planeta. Durante la primera mitad de mis observaciones, se veía, sobre todo mirando oblícuamente, que la parte menos luminosa del planeta estaba comprendida entre — α y + α ó, algunas veces, entre + α y — β. Los dos casquetes polares presentaban un tono general mucho más luminoso que la zona ecuatorial, y, de los dos casquetes, el boreal era el más brillante. Pero lo más sorprendente fué que el 6 de agosto la zona ecuatorial tenía sensiblemente la misma intensidad luminosa que los casquetes polares. El 16 de agosto, era un poco más claro el casquete boreal que el resto del planeta y el 31 de agosto los casquetes eran menos claros que la zona comprendida entre — β y + β. Igual observación el 1.° de septiembre; este día, los casquetes eran ligeramente rojizos. El 18 de septiembre, la zona comprendida entre — β y + β era mucho más clara que los casquetes. El 28 de septiembre, la parte más clara era el casquete boreal limitado por — α, si bien la zona ecuatorial era también bastante clara.

Estas observaciones, que son absolutamente ciertas, demuestran que en la atmósfera de Júpiter se efectúan cambios rápidos y de extensión inmensa. Para hacer esta clase de observaciones es necesario prestar mucha atención y deducir, por simple apreciación ocular, la cantidad total de luz de una región extensa del planeta, á pesar de la variedad de detalles que existen en el mismo.

En las tablas siguientes de pasos por el meridiano central he separado las manchas según los dos sistemas I y II. Las longitudes han sido calculadas apoyándome en las efemérides de Mr. Crommelin. En el cálculo de las rotaciones medias he formado dos grupos, deduciendo la longitud media del primer grupo (longitud inicial) y la media del segundo (longitud final). Por la comparación de estas dos longitudes he calculado la rotación media, teniendo este método la ventaja de hacer intervenir en el cálculo todas las observaciones de pasos. Las horas están expresadas en tiempo medio astronómico de Greenwich.

CORRIENTE ECUATRORIAL.—BORDE S.

Mancha I.

13 julio. .	$10^h 32^m$. .	2°.9
1 agosto. .	9 12 . .	12.8
5 » . .	11 42 . .	10.9

Obscura. Rotación = $9^h\ 50^m\ 53^s$. Peso = 2.

Mancha II.

22 mayo. .	11 30 . .	37.8
1 agosto. .	9 50 . .	36.0

Obscura. Rotación = $9^h\ 50^m\ 29^s$. Peso = 2.

Mancha III.

22 mayo. . . 11 42 . . 45.1

Blanca. Pequeña.

Mancha IV.

22 mayo. . . 11 56 . . 53.6

Obscura.

Mancha V.

16 julio.. . . 11 0 . . 70.7
1 agosto. . . 10 45 . . 69.5
8 » . . . 10 10 . . 73.2

Obscura; múltiple. Rotación = 9^h 50^m 31^s. Peso = 3.

Mancha VI.

20 mayo. . . 11 56 . . 97.6
21 junio. . . 11 10 . . 86.5
31 agosto. . . 9 32 . . 81.1

Clara. Rotación = 9^h 50^m 25^s. Peso = 3.

Mancha VII.

20 mayo. . . 12 15 . . 109.2

Obscura.

Mancha VIII.

30 mayo. . . 12 38 . . 123.9

Clara.

Mancha IX

29 mayo. . . 13 10 . . 125.0

Obscura.

Mancha X.

29 mayo. . . 13 35 . . 140.2
21 junio. . . 12 55 . . 150.5 (?)
5 julio.. . . 11 20 . . 145.1

Clara. Identificación dudosa la del 21 de junio. El cálculo está efectuado haciendo abstracción de esta observación. Rotación = 9^h 50^m 35^s. Peso = 2.

Mancha XI.

29 mayo. . . 13 55 . . 152.4
8 junio. . . 10 15 . . 158.5
5 julio.. . . 11 38 . . 156.1

Gris. Rotación = 9^h 50^m 31^s. Peso = 3.

Mancha XII.

1 junio. . . 11 20 . . 172.0

Clara.

Mancha XIII.

8 junio. . . 10 55 . . 182.8
2 agosto. . . 9 45 . . 190.8
28 septiembre 5 36 . . 183.6

Obscura en forma de rosario. Rotación = 9^h 50^m 29^s. Peso = 3.

Mancha XIV.

8 junio. . . 12 0 . . 222.5
20 » . . . 9 20 . . 221.6
24 julio.. . . 10 0 . . 218.0
22 septiembre 6 46 . . 211.3
28 » 6 34 . . 219.0

Obscura. Rotación = 9^h 50^m 27^s. Peso = 4.

Mancha XV.

8 junio. . . 12 20 . . 234.7
28 septiembre 6 45 . . 225.7

Clara. Rotación = 9^h 50^m 26^s. Peso = 2.

Mancha XVI.

24 julio..	. .	10 38	. .	236 . 2
18 septiembre		6 45	. .	239 . 6
28 »		7 20	. .	247 . 2 (?)

Obscura. Identificación final dudosa. Las dos primeras observaciones dan por rotación: $9^h\,50^m33^s$. Peso = 2.

Mancha XVII.

8 julio..	. .	10 55	. .	243 . 2

Clara.

Mancha XVIII.

24 julio..	. .	10 52	. .	245 . 9

Punto brillante en medio de — α.

Mancha XIX.

8 junio .	. .	12 47	. .	251 . 2
20 »	. . .	10 15	. .	255 . 1

Obscura. Rotación = $9^h\,50^m\,43^s$. Peso = 1.

Mancha XX.

18 septiembre		7 5 ±	. .	251 . 8 ±

Punto negro ecuatorial.

Mancha XXI.

28 abril..	. .	13 25	. .	276 . 1

Clara.

Mancha XXII.

18 junio .	. .	9 50	. .	283 . 8
20 »	. . .	11 0	. .	282 . 5
6 julio..	. .	10 53	. .	286 . 8
8 » ..	. .	12 5	. .	285 . 9
18 septiembre.		7 50	. .	279 . 2

Obscura. Rotación = $9^h\,50^m\,28^s$. Peso = 4.

Mancha XXIII

6 julio..	. .	11 32	. .	310 . 6
20 » ..	. .	10 16	. .	312 . 4
25 septiembre		6 15	. .	305 . 1

Obscura. Rotación = $9^h\,50^m\,27^s$. Peso = 3.

Mancha XXIV.

9 octubre.	.	5 36	. .	330 . 6

Obscura.

Mancha XXV.

11 junio.	. .	11 52	. .	331 . 9
20 »	. . .	12 25	. .	334 . 3

Clara. Rotación = $9^h\,50^m\,41^s$. Peso = 1.

Mancha XXVI.

6 julio .	. .	12 15	. .	336 . 8
25 septiembre		7 0 ±	.	332 . 7 ±

Obscura. Rotación = $9^h\,50^m\,28^s$. Peso = 1.

Mancha XXVII.

28 abril.	. .	15 40 ±	.	338 . 4
18 julio..	. .	9 40	. .	343 . 0

Obscura. Rotación = $9^h\,50^m\,18^s$. Peso = 1.

Mancha XXVIII.

18 julio	. . .	10 5	. .	353 . 2
5 agosto.	. .	11 17	. .	0 . 6
9 octubre.	. .	6 40	. .	9 . 2

Obscura. Rotación = $9^h\,50^m\,40^s$. Peso = 2.

CORRIENTE ECUATORIAL.—BORDE N.

Mancha 1.

12 julio.. . . 10 15 . . 43 . 3

Clara.

Mancha 2.

5 julio.. . . 11 45 . . 160 . 4

Clara.

Mancha 3.

12 julio.. . . 11 10 . . 165 . 2

Obscura.

Mancha 4

3 junio . . 12 25 . . 168 . 1
8 » . . . 10 34 . . 170 . 0

Clara. Observaciones insuficientes para el cálculo de la rotación.

Mancha 5.

8 junio. . . 10 47 . . 178 . 0

Clara.

Mancha 6.

1 junio. . . 12 50 . . 226 . 9

Clara.

Según se ve, las observaciones de manchas de la corriente ecuatorial han sido poco numerosas, lo que disminuye mucho el peso de la media general. Por otra parte, no sería imposible la existencia de algún error en la identificación de las manchas. Sin embargo, la media tiene evidentemente cierto valor, sobre todo calculándola, como lo he hecho, siguiendo una escala de pesos.

El valor que he encontrado para la media ha sido:

$$9^h\,50^m\,31^s.6$$

En 1900, había encontrado:

$$9^h\,50^m\,22^s.45$$

Ha habido, pues, en 1901, una disminución sensible de velocidad en la zona ecuatorial.

MANCHAS Y DETALLES DEL SISTEMA II.

BANDA — γ.

a

6 julio.. . . $10^h\,58^m$. . $56^\circ.8$

Obscura.

b

12 junio. . . 11 47 . . 76 . 7

Obscura.

c

18 septiembre 7 0 . . 231 . 9

Obscura.

d

5 julio.. . . 11 45 ± . . 294 . 7 ±
20 » .. . . 9 35 . . 311 . 7

BANDA — β

a_1

16 julio.. . . 10 30 . . 85 . 2
Manchita obscura.

b_1

6 julio.. . . 12 15 . . 103 . 3
Manchita obscura.

c_1

20 mayo. . . 12 40 . . 249 . 6
Manchita obscura.

d_1

20 mayo. . . 13 15 . . 290 . 7
Manchita obscura.

ZONA — A.

a_2

8 junio. . . 10 42 . . 155 . 9
Manchita brillante.

b_2

29 mayo. . . 13 5 . . 178 . 3
1 junio. . . 10 37 . . 180 . 1
Id.

c_2

3 junio. . . 12 25 . . 186 , 3
Id.

d_2

24 julio.. . . 9 45 . . 199 . 2
Id.

e_2

1 junio. . . 11h 35m. . 215° . 2
24 julio.. . . 10 10 . . 214 . 3
31 » . . . 10 57 . . 215 . 0
Id. Rotación = 9h 55m 40s . Peso = 3.

f_2

5 agosto. . . 10 22 . . 225 . 2
18 septiembre 6 55 . . 228 . 9
Id. Rotación = 9h 55m 45s . Peso = 2.

g_2

1 junio. . . 22 25 . . 245 . 4
11 » . . . 10 38 . . 244 . 5
Id. Rotación = 9h 55m 36s . Peso = 1.

h_2

20 mayo. . . 13 7 . . 265 . 9
11 junio. . . 11 15 . . 266 . 8
Id. Rotación = 9h 55m 42s . Peso = 2.

i_2

28 septiembre 6 50 . . 287 . 4
Id. Rotación media = 9h 55m41s . Peso = 1.

Durante la oposición de 1901 ha sido cuando he podido efectuar el mayor número de observaciones de estas manchitas brillantes, muy difíciles de identificar.

Estas manchitas han sido muy abundantes en 1901.

PROTUBERANCIAS AUSTRALES DE α''.

a_3

17 julio..	. .	10h 10m.	. 241°. 5
19 »	. . .	11 48	. . 241 . 5
24 julio..	. .	10 45	. . 235 . 4
31 »	. . .	11 26	. . 232 . 5
1 septiembre		7h 29m.	. 216 . 8
25 »		6 47	. . 194 . 9

Protuberancia muy obscura y de grandes dimensiones.

Rotación = 9h 55m 14s 6. Esta protuberancia corresponde por lo tanto á una corriente distinta de las manchas brillantes anteriores y de la propia banda — α''. Probablemente esta protuberancia es una mancha proyectada en parte sobre la banda — α''.

b_3

12 julio.	. .	11 0	. . 267 . 3

Menor que a_3.

SOLUCIONES DE CONTINUIDAD DE — α'.

a_4

20 junio.	. .	10 37	. . 157 . 7

b_4

1 junio.	. .	12 35	. . 257 . 4

DETALLES DE + · A.

a_5

8 julio.	. .	11 15	. . 7 . 9

Mancha gris.

b_5

21 junio.	. .	13 5	. . 37 . 4
6 julio.	. .	10 28	. . 38 . 6
8 »	. . .	11 55	. . 32 . 0
23 agosto.	. .	9 40	. . 24 . 2

Mancha negra. Rotación = 9h 55m 29s. Peso = 2.

c_5

2 junio.	. .	13 27	. . 73 . 1
12 junio.	. .	11 39	. . 71 . 9
4 julio.	. .	9 39	. . 68 . 3
6 »	. . .	11 16	. . 67 . 6
8 »	. . .	12 52	. . 66 . 3
13 »	. . .	11 55	. . 64 . 0
16 »	. . .	9 35	. . 70 . 1
18 »	. . .	11 9	. . 67 . 7
4 agosto..	.	10 2	. . 62 . 8
6 »	. .	11 40	. . 62 . 8
16 »	.. .	9 56	. . 62 . 2
31 »	.. .	7 16	. . 59 . 3
12 septiembre		7 25±	. 66 . 5 ±

Mancha negra. Rotación = 9h 55m 35s. 5. Peso = 5.

Esta mancha ha sido la más importante de esta oposición y sin duda una de las más notables que se han observado sobre Júpiter. Su carácter principal era su tono muy negro, de tal manera que durante los primeros días de junio se podía

confundir con la sombra de un satélite. Según una Nota de Mr. Th. Phillips publicada últimamente en las «Astr. Nachr.», esta mancha fué observada en Inglaterra antes del 2 de junio. Yo creo que el máximo de intensidad tuvo lugar hacia este día, pues no pude distinguirla el 31 de mayo, si bien la imagen fué en esta fecha muy mala.

Quizás esta mancha estaba sujeta á fluctuaciones de intensidad, pero lo cierto es que empezó á disminuir de magnitud y obscuridad á partir del 12 de junio. En agosto se había reducido á un pequeño punto negro, y en septiembre, desapareció completamente con mis medios de observación.

Esta mancha parecía encontrarse á cierta profundidad en la atmósfera de Júpiter, por lo menos era más profunda que las bandas ecuatoriales, pues en la época de mayor visibilidad no se empezaba á ver la mancha hasta encontrarse á 40°, poco más ó menos, del meridiano central, mientras que siempre puedo distinguir las principales bandas hasta el mismo borde del planeta. La rotación de esta mancha corresponde á la velocidad normal de los detalles de la zona + A.

d_5

1 junio. . .	12	12 . .	237 . 5
8 » . . .	12	50 . .	233 . 3
20 » . . .	12	35 . .	229 . 0
12 julio . . .	10	35 ± .	225 . 2 ±
24 » . . .	10	15 . .	217 . 3

Mancha obscura alargada, después circular. Rotación = $9^h\,55^m\,28^s$. Peso = 2.

e_5

20 mayo. . .	13	34 . .	282 . 2
5 julio . . .	11	15 . .	276 . 5
12 » . . .	11	15 . .	276 . 4
24 » . . .	11	35 ± .	265 . 6 ±
18 septiembre	7	30 . .	250 . 0

Punto negro. Debo advertir que la identificación de este detalle no es del todo segura. Rotación = $9^h\,55^m\,31^s$.

f_5

20 mayo. . .	13	30 ± .	279 . 8 ±

Mancha brillante.

g_5

11 junio. . .	11	45 . .	289 . 2

Fragmento de banda ó mancha gris alargada.

h_5

12 julio . . .	11	48 . .	296 . 3

Punto negro.

Rotación media de las manchas de la zona + A:

$$9^h\,55^m\,32^s.1$$

Debo hacer notar que los detalles de la zona + A corresponden en posición con los de la banda + α″ (que en 1901 ha desaparecido de hecho) y que constan en mis observaciones de 1900, publicadas en el n.° 3671 de las «Astronomische Nachrichten». Entonces encontré como rotación media de + α″:

$$9^h\,55^m\,31^s.9$$

y para la zona + A propiamente dicha:

$9^h\ 55^m\ 28^s.9$

BANDA + γ

a_6

21 junio	12	45.	25.3
6 julio	10	20.	33.8
8 »	11	55.	32.0
18 »	10	20.	33.1

Manchita obscura. Rotación = $9^h\ 55^m\ 56^s$.

b_6

1 agosto	10	10.	337.1

Manchita obscura.

MANCHA ROJA

Esta mancha ha sido mucho menos visible que en 1900. Algunas veces sólo se veía en su emplazamiento una región blanquizca, sobre todo al fin de mis observaciones, pero, en general, ha sido gris, aunque muy débil. Como siempre, su punta y su borde oriental han sido más obscuros que el resto de la mancha. La forma de la depresión de — α y la posición de la mancha en esta depresión han sido las de costumbre. Lo más interesante ha sido el estudio del movimiento de la Mancha Roja. He aquí la serie de valores que he podido obtener con respecto á la posición de esta mancha.

PUNTA OCCIDENTAL DE LA MANCHA ROJA

6 julio	10	0.	21°.7
21 junio	12	42.	23.5

Débil peso. Rotación = $9^h\ 55^m\ 36^s$.

MEDIO DE LA DEPRESIÓN

11 mayo	14	29±	42.3±
12 junio	10	40±	36.3±
21 »	13	10	40.4
6 julio	10	35	42.8
8 »	12	10	41.1
18 »	10	25	41.1
6 agosto	11	14	47.1
16 »	9	26	44.1
31 »	6	52	44.8
19 septiembre	7	34	42.9
24 »	6	37	39.3
6 octubre	6	40	42.3

Rotación = $9^h\ 55^m\ 41^s.9$.

MEDIO DE LA MANCHA ROJA

11 mayo. . .	14	36 . .	46 . 5
31 » . . .	11	2 . .	44 . 7
2 junio. . .	12	41 . .	45 . 3
12 » . . .	10	54 . .	44 . 8
21 » . . .	13	15 . .	43 . 4
6 julio . . .	10	35 . .	42 . 8
8 » . . .	12	13 . .	42 . 9
18 » . . .	10	32 . .	45 . 3
6 agosto.. .	11	20 . .	50 . 7
16 » .. .	9	33 . .	48 . 3
31 » .. .	7	6 . .	53 . 3
19 septiembre	7	45 . .	49 . 5
24 »	6	50 . .	47 . 2

Rotación = $9^h\ 55^m\ 42^s$. 8.

PUNTA ORIENTAL DE LA MANCHA ROJA

11 mayo. . .	14	58 . .	59 . 8
2 junio. . .	13	2 . .	58 . 0
12 » . . .	11	20 . .	60 . 4
21 » . . .	13	35 . .	55 . 5
22 » . . .	9	30 . .	58 . 0
4 julio . . .	9	23 . .	58 . 6
6 » . . .	10	57 . .	56 . 2
8 » . . .	12	32 . .	54 . 2
13 » . . .	11	48 . .	59 . 8
18 » . . .	10	56 . .	59 . 8
4 agosto. . .	10	5 . .	64 . 6
6 » .. .	11	40 . .	62 . 8
16 » .. .	9	59 . .	64 . 0
31 » .. .	7	30 . .	67 . 7
12 septiembre	7	18 . .	62 . 3
19 »	7	57 . .	56 . 8
24 »	7	13 . .	61 . 1
6 octubre. .	7	14 . .	62 . 8

Rotación = $9^h\ 55^m\ 43^s$. 4.

Comparando estas rotaciones con las de 1900, resulta que la Mancha Roja ha acelerado ligeramente su movimiento de rotación. He aquí los resultados:

	1900	1901
Medio de la depresión.	$9^h\ 55^m\ 43^s.1$	$9^h\ 55^m\ 41^s.9$
Medio de la M. R. . .	9 55 46.1	9 55 42.8
Punta de la M. R. . .	9 55 44.21	9 55 43.4

Las observaciones del medio ó centro de la M. R. en 1900 dan un resultado de poco peso, pues éste se apoya solamente en 4 observaciones. Por otra parte, es de todo punto evidente que á mitad de agosto de 1901 el movimiento de rotación de la M. R. sufrió un sensible retardo.

La posición media de la punta de la M. R. en 1901 ha sido:

25 julio. . . 60°.13

En 1900 . . 26 abril. . . 51 . 26

Lo que da por rotación media en estos 15 meses:

$9^h\ 55^m\ 41^s$. 46

De mayo de 1899 á abril de 1900 había yo encontrado:

$9^h\ 55^m\ 41^s$. 01

Ha habido pues, un sensible retardo en la velocidad angular de la Mancha Roja.

Posición de las principales bandas del planeta.—He hecho una serie de observaciones micrométricas de las bandas de Júpiter para determinar su latitud jovigráfica. En las siguientes observacioues, la latitud está referida á una esfera de radio igual al radio polar de Júpiter. Estas observaciones han sido corregidas de los errores sistemáticos y de la refracción, siendo los primeros deducidos de las diferencias encontradas cada noche entre el diámetro polar dado por las efemérides de Mr. Crommelin y el encontrado por mí con el micrómetro. Las diferencias de carácter accidental no han llegado jamás á 1″. Los resultados han sido también corregidos de la altura de la Tierra sobre el plano del Ecuador de Júpiter, y cada uno es la media de dos ó tres observaciones micrométricas dobles referidas siempre á la línea media de las bandas.

Banda $-\alpha$

17 septiembre.. . .	13°	1′	S.
18 »	12	37	»
19 »	14	25	»

Media = 13° 21′ S.

Banda $+\alpha$

18 septiembre.. . .	11°	6′	N.
19 »	13	38	»
9 octubre . . .	11	2	»

Media = 12° 2′. N.

Banda $+\beta$

18 septiembre.. . .	32°	9′	N.

Las bandas $+\alpha$ y $-\alpha$ han ocupado apróximadamente la misma posición que en 1899. En el caso de haber sido completa la banda $+\alpha''$, la posición de la línea media de las dos bandas ecuatoriales hubiera sido simétrica respecto al ecuador de Júpiter, lo cual parece constituir una tendencia de estas dos bandas.

OBSERVACIONES DE LOS SATÉLITES DE JÚPITER

Estas observaciones se refieren á pasos, eclipses y ocultaciones de los satélites y pasos de las sombras.

ENTRADA Y SALIDA DE LAS SOMBRAS

	Sát.	Horas de observación	Efemérides (Con. des Temps)	Obs.—Calc.
15 mayo. . .	I. . .	$11^h\,57^m\,5$ (salida). . . .	$12^h\ 1^m$. . . .	$-3^m\,5$
16 julio.. . .	I. . .	10 37 . 3 (id.)	10 39	$-1\,.\,7$
8 agosto. . .	III. . .	10 23 . 6 (id.)	10 29	$-5\,.\,4$

PASOS DE SATELITES

	Sat.	Horas observación	Efemérides	Obs.–Calc.
31 mayo. . .	I. . .	$10^h\,52^m$ (principio). . .	$10^h\,59^m$ . . .	$-7^m\,0$
2 junio. . .	II. . .	11 17 (id.) . . .	11 14 . . .	+3 . 0
2 » . . .	II. . .	13 58 (final). . . .	14 2 . . .	—4 . 0
16 julio. . .	I. . .	10 12 . 7 (id.)	10 16 . . .	—3 . 3
8 agosto.. .	I. . .	9 55 . 7 (id.)	10 0	—4 . 3
31 » .. .	I. . .	7 40 . 4 (principio) . .	7 39	+1 . 4
31 » . .	I. . .	9 53 . 9 (salida).. . .	9 56	—2 . 1

OCULTACIONES.

3 junio. . .	IV. . .	12 23 (immersión). . .	12 32	— 9.0
3 » . . .	IV. . .	14 22 (emersión). . .	14 33	— 11.0
7 agosto.. .	I. . .	10 38 (immersión). . .	10 35	+ 3.0

Estas observaciones se refieren al centro de los satélites ó de sus sombras; algunos valores son la media de los dos contactos. Aunque aparece evidente un error sistemático en mis observaciones, es de todo punto indudable que existen diferencias reales entre el cálculo y la observación. Sería de desear que para el cálculo de estas efemérides se tuvieran en consideración los grandes trabajos matemáticos de Souillard, á fin de separar ó eliminar las incorrecciones que todavía existen en las tablas del barón de Damoiseau y en las de Woolhouse, publicadas en el Nautical Almanac de 1835 y que se emplean todavía en la mayor parte de los cálculos.

Aun cuando el cálculo directo y riguroso del movimiento de los satélites de Júpiter no es posible todavía con los medios actuales del análisis y aun cuando se anoten ciertas anomalías comparando la observación con el cálculo más preciso, dichos satélites constituyen una confirmación brillante de la ley universal de la gravitación enunciada por Newton.

*
* *

Para terminar este trabajo y á propósito de estas observaciones sobre los satélites de Júpiter que demuestran una vez más, como he dicho, la universalidad de la ley de Newton, me permitiré hacer constar mi diversidad de criterio respecto á lo que dice mi distinguido compañero en esta Academia Sr. Rouvière en su última Memoria publicada y que se refiere á las dunas del río Ter. No trato de molestar en lo más mínimo al Sr. Rouvière cuya erudición y entusiasmo por la Ciencia admiro; sólo me propongo cumplir con lo que yo considero un deber científico y aca-

démico. No voy á discutir párrafo por párrafo el trabajo del Sr. Rouvière, cuyo estilo encuentro en general, muy nebuloso, y cuyo sentido con toda ingenuidad lo confieso, no entiendo con frecuencia. Me limitaré á las conclusiones que establece dicho señor en las páginas 12, 13 y 14 de la Memoria citada. 1.ra conclusión.—Aun cuando no comprendo bien sin duda esta conclusión, debo manifestar que la rotación de los planetas es perfectamente compatible con la ley clásica de la atracción, pues la rotación por si sola no representa ningún trabajo continuo ó actual, sino que es una simple consecuencia de la ley de inercia.—2.ª conclusión.—La propagación de la energía es independiente de la gravedad, no siendo ningún obstáculo la fuerza atractiva solar para la propagación del movimiento vibratorio etéreo; 3.ª conclusión.—Las mareas se explican perfectamante por las acciones atractivas de la Luna y del Sol; las mareas opuestas pueden demostrarse por medio de un raciocinio sumamente elemental; 4.ª conclusion.—Las llamas ó protuberancias solares no entran en la determinación del diámetro solar, ni siquiera el espesor de la cromósfera. El límite práctico, por decirlo así, del Sol es la fotósfera. La densidad del Sol es relativamente pequeña y si no es menor es por causa de la mayor densidad de las materias gaseosas internas sometidas á presiones enormes. Debo añadir también que en el Sol no hay precisamente la sola combustión por el oxígeno sino muchas reacciones químicas y sobre todo incandescencia; en cuanto al oxígeno, hasta ahora no ha podido descubrirse con certeza su existencia en el espectro de absorción solar. Por lo demás, es muy posible que á la elevadísima temperatura del Sol la mayoría de los diferentes cuerpos químicos estén disociados.—5.ª conclusión.—Este párrafo tampoco lo entiendo bien y su réplica corresponde hasta cierto punto á los naturalistas.

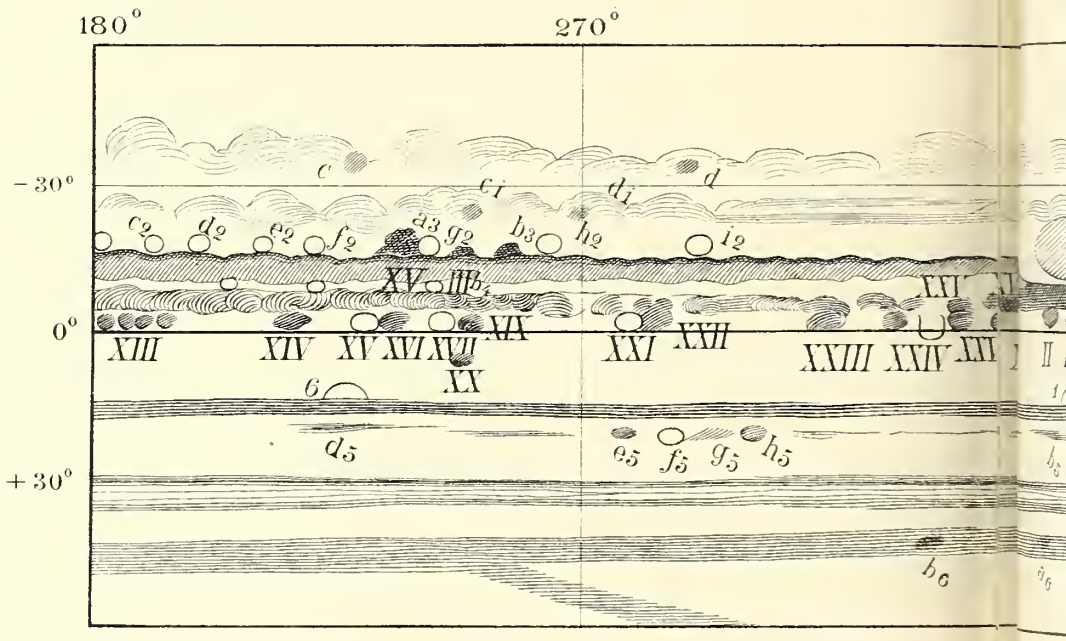
Haré notar, por fin, que la atracción es una fuerza muy pequeña, mucho menor que la mayoría de las acciones moleculares, siendo por tanto fácilmente vencida la atracción por la capilaridad. Por otra parte, nada tiene de extraño que la arena fina y el polvo se eleven en la atmósfera, por cuanto la resistencia que encuentran los cuerpos al moverse en el aire aumenta con la superficie, pues ya es sabido que el volumen (ó el peso en igualdad de densidad) varía proporcionalmente al cubo de sus dimensiones, mientras que las superficies varían solo proporcionalmente al cuadrado de las mismas dimensiones.

31 de Diciembre de 1901.

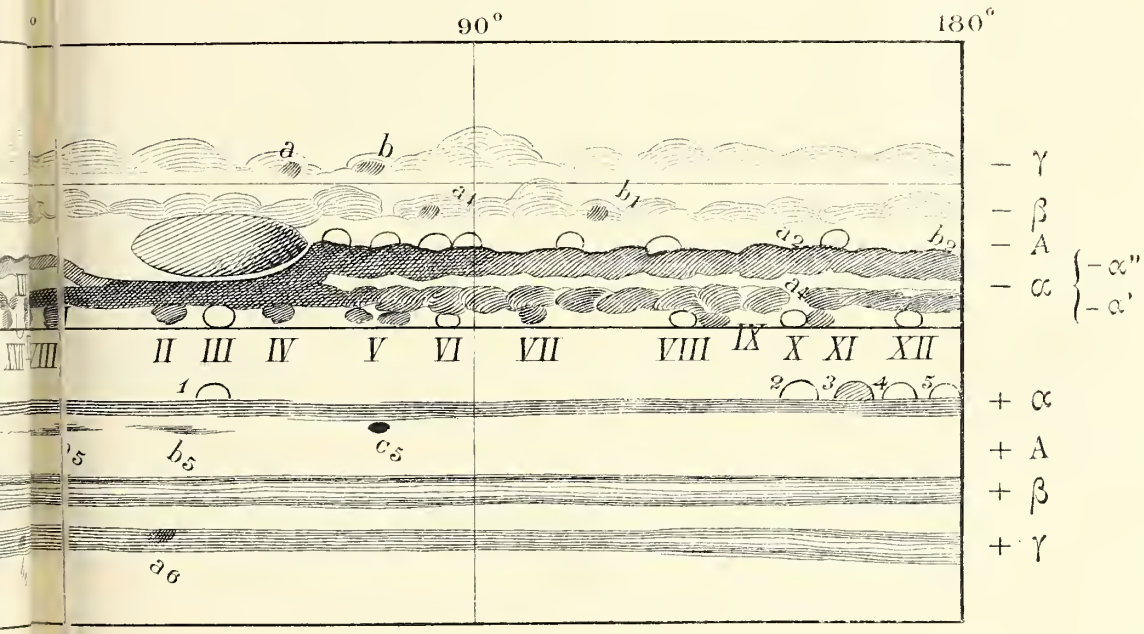
201
PRESENTED
7 MAY. 1902

BRITISH MUSEUM
NATURAL HIST

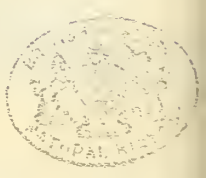
PLANISFERIO DE JÚPITER



- Oposición de 1901



J. Comas Solá.



MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 15

LA TERMODINÁMICA EN LA ASTRONOMÍA

PRIMERA PARTE

LA ACELERACIÓN SECULAR DE LA LUNA

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

D. LUIS CANALDA

Publicada en abril de 1902

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

LA TERMODINÁMICA EN LA ASTRONOMÍA

por el Académico numerario

D. Luis Canalda

Sesión del 24 enero de 1902.

PRIMERA PARTE

La aceleración secular de la Luna

"Es este planeta, según el cap. 1 del Génesis, el luminar menor, que puso Dios en el Cielo, para que entre las tinieblas de la noche presidiese el numeroso coro de tantas y tan brillantes estrellas; es, como dijo Plinio, lib. 2. cap. 9, el astro que por su cercanía es más familiar á la Tierra y á quien se debe el conocimiento de la mayor parte de las apariencias celestes; es por su proximidad el más observable; pero es al mismo paso tanta la variedad de sus fenómenos y tan intrincado el laberinto que forman las líneas de sus movimientos, que resistiéndose aun á las leyes rigorosas de los cálculos, vence la más diligente astucia de los astronómicos desvelos. . . . . ."

Dr. Tomás Vicente Tosca, Pbro.—Compendio matemático, tom. VII.—Tratado de Astronomía, pág. 262.—2.ª edición.—Madrid.—1727.

Señores Académicos:

El párrafo elocuente que acabo de estractar de la obra del célebre matemático valenciano demuestra los considerables trabajos y desvelos que la teoría del movimiento de la Luna reportó á los más profundos matemáticos de los pasados siglos; y ahora debemos añadir que tan difícil problema continua absorbiendo la atención de los geómetras modernos, sin que haya recibido una solución del todo exacta y completa. Sí, señores académicos, la Luna permanece aún rebelde en una cierta medida á las teorías de la Mecánica. Aprisionada durante el último medio siglo en la espesa red de ecuaciones y fórmulas analíticas en que están basadas las Tablas de Hansen, ha pugnado constantemente por desasirse de ella y lo ha conseguido hasta cierto punto, venciendo una vez más la perseverancia de los astrónomos y exigiendo de estos nuevos esfuerzos para perfeccionar su teoría.

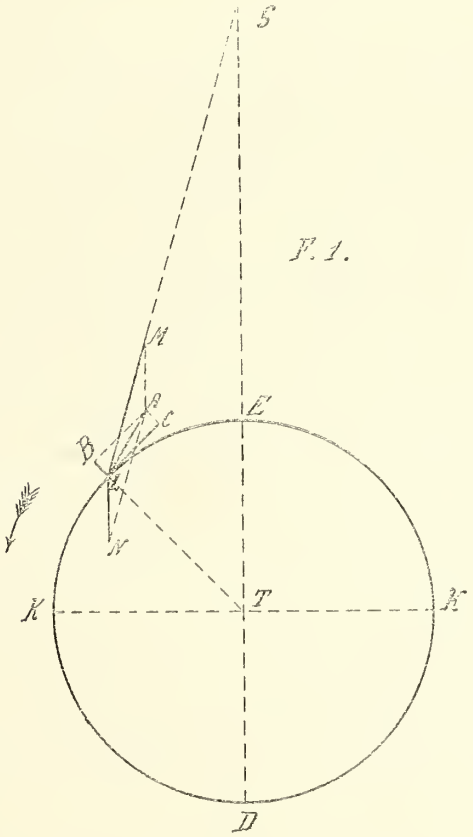
Esclarecer algunas cuestiones que afectan á las desigualdades del movimiento de la Luna y en especial á la designada bajo el nombre de *aceleración*

secular, es el objeto que en este trabajo nos proponemos, y para ello debemos recordar ante todo las particularidades más importantes que dicho movimiento ofrece.

En virtud del teorema de Coriolis podemos estudiar el movimiento relativo de la Luna con respecto á la Tierra como si fuese un movimiento absoluto, con tal que á las fuerzas reales que obran sobre dicho satélite, se añada la fuerza de inercia correspondiente al movimiento de arrastre del mismo, que es igual, paralela y de sentido contrario á la resultante de las aceleraciones de la Tierra en su movimiento alrededor del Sol, multiplicadas por la masa de la Luna. Sean m, m', m'', las masas respectivas del Sol, de la Tierra y de la Luna, d la distancia del Sol á la Tierra, d' la distancia del Sol á la Luna y r la distancia de la Luna á la Tierra. Adoptando el nombre de atracción sólo como una metáfora ó modo de expresarse, á reserva de exponer luego nuestro modo de comprender la gravitación universal, diremos que la Luna L, Fig. 1. está sometida: 1.° á la atracción de la Tierra T, dirigida según LT, é igual á $\frac{fm'm''}{r^2}$; 2.° á la atracción del Sol S, dirigida segun LS, é igual á $\frac{fmm''}{d'^2}$; representando f la fuerza de atracción de la unidad de masa sobre la unidad de masa y á la unidad de distancia. La Tierra T, estando sometida á las dos fuerzas $\frac{fmm'}{d^2}$, $\frac{fm'm''}{r^2}$, dirigidas respectivamente según las lineas TS, TL, la aceleración total de su movimiento absoluto es la resultante de las aceleraciones $\frac{fm}{d^2}$, $\frac{fm''}{r^2}$, dirigidas según las rectas citadas; luego la fuerza de inercia de la Luna en su movimiento de arrastre acompañando á la Tierra, es la resultante de otras dos fuerzas que son: 1.° Una fuerza igual á $\frac{fmm''}{d^2}$, dirigida según la linea LN, paralela á ST. 2.° Una fuerza igual á $\frac{fm''^2}{r^2}$, dirigida según la línea LT. Las fuerzas, tanto aparentes como reales que es preciso tener en cuenta para poder estudiar el movimiento relativo de la Luna con respecto á la Tierra, como un movimiento absoluto, son en número de cuatro, á saber: 1.° dos fuerzas iguales á $\frac{fm'm''}{r^2}$, $\frac{fm''^2}{r^2}$, dirigidas las dos segun LT. 2.° Una fuerza igual á $\frac{fmm''}{d'^2}$, dirigida segun LS. 3.° En fin, una fuerza $\frac{fmm''}{d^2}$, dirigida segun LN. La distancia LT ó r de la Luna á la Tierra siendo unas 400 veces más pequeña que la distancia TS ó d de la Tierra al Sol, se sigue que las dos últimas fuerzas se diferencian tan sólo entre si de una cantidad muy pequeña y que sus direcciones no difieren mucho de ser opuestas una á otra; su resultante es pues muy pequeña, de suerte que la Luna se mueve aproximadamente como sino estuviese sometida mas que á las dos primeras fuerzas. Fácil

es reconocer que en este caso el movimiento relativo de la Luna con respecto á la Tierra sería el que tomaría sino estuviesen sometidos ambos cuerpos mas que á sus acciones mútuas; su órbita sería una elipse, uno de cuyos focos ocuparía la Tierra, con arreglo á las leyes de Kepler, y el cálculo de este movimiento no ofrecería la menor dificultad. La resultante de las dos últimas fuerzas, cuyo efecto se omite en una primera aproximación, se llama *la fuerza perturbatriz del movimiento de la Luna;* da por resultado hacer tomar á la Luna un movimiento un poco diferente del movimiento elíptico que describiría sin la existencia de dicha fuerza, y el cálculo de dichas perturbaciones constituye un caso particular del llamado problema de los tres cuerpos.

Estudiemos más de cerca los efectos de esta fuerza perturbatriz LA Fig. 1,



que según hemos dicho anteriormente, es la resultante de la atracción LM que ejerce el Sol sobre la Luna, y de la fuerza de inercia LN de este satélite en su movimiento de arrastre acompañando la Tierra en su circulación alrededor del Sol. Descompongamos dicha fuerza perturbatriz en otras tres según los aristas de

un paralelepípedo, toda vez que es oblícua con respecto al plano de la órbita de la Luna por no coincidir esta con la eclíptica: una de dichas componentes LC, tangente á la órbita; otra LB, según el radio vector dirigido hácia la Tierra, y la última, que supondremos proyectada en el mismo punto L, perpendicular al plano de la órbita. Según la configuración ó posición relativa que ocupe la Luna en un instante dado con respecto á la Tierra y al Sol, la atracción de éste sobre el satélite será mayor ó menor; las componentes tangencial y radial de la fuerza perturbatriz aumentarán ó disminuirán la velocidad de la Luna y su gravitación hácia la Tierra, y como la órbita depende de estas dos causas resultará necesariamente alterada.

Para estudiar de más cerca los efectos que resultan de la fuerza perturbatriz tangencial, no hay más que suponer á la Luna sucesivamente en distintos puntos de su órbita y se deducirá al momento por la descomposición de fuerzas indicada, que su velocidad disminuye al pasar de la conjunción E á la primera cuadratura K, y que se acelera, por el contrario, al pasar de ésta á su oposición D con el Sol. A partir de este punto la velocidad disminuye hasta la última cuadratura H, para aumentar nuevamente hasta la conjunción. El máximo de velocidad corresponde á las zizigias, el mínimo á las cuadraturas, y alcanza su valor medio á 45° de dichos puntos. Esta série de desigualdades, debidas á la fuerza perturbatriz tangencial, ha recibido el nombre de variación. La desviación que resulta por esta causa en la longitud media de la Luna se halla expresada apróximadamente por la fórmula: — 122″, 5 sen D + 39′30″, 0 sen 2 D; siendo D igual á la longitud media de la Luna menos la longitud media del Sol. Esta desigualdad tiene importancia en la historia de la teoría de la Luna, por ser la primera que Newton haya explicado por la teoría de la gravitación universal.

La fuerza ó componente radial L B de la fuerza perturbatriz tiende, según hemos visto, á modificar la gravitación de la Luna hacia la Tierra, y sus efectos pueden evaluarse fácilmente para cada punto de la órbita, determinando por medio del cálculo la ley de variación de dicha componente. Se halla de este modo que la atracción terrestre sobre la Luna aumenta en las cuadraturas por efecto de dicha componente radial, hasta la distancia angular de unos 36° de dichos puntos; que por el contrario disminuye en las zizigias hasta unos 54° de los dos lados; que en los cuatro puntos determinados por los límites de estos arcos la gravitación de la Luna no experimenta alteración, correspondiendo su máximo á las cuadraturas, su mínimo á los zizigias, y siendo el valor del aumento citado tan sólo la mitad de la disminución.

Esta modificación de la gravitación terrestre por efecto de la fuerza perturbatriz radial altera la forma elíptica de la órbita y produce además el curioso fenómeno del movimiento directo de la línea de los ápsides, ó sea del eje mayor de la elipse, que avanza de unos 40°39′45″ por año en longitud. Varía igualmente la excentricidad de dicha elipse, de cuya variación nacen importantes desigualdades en la velocidad de la Luna, siendo la más notable la que se designa con el

nombre de *evección*, cuyo valor máximo puede dar lugar á una desviación de la Luna con respecto á su longitud media de 1°16′, y tiene por argumento el seno del duplo de la distancia angular de la Luna al Sol, menos la anomalía media de la Luna contada desde el perigeo; siendo, por lo tanto, su expresión analítica = 1°16′ 29″, 6 sen E + 31″, 2 sen 2 E; siendo, como hemos dicho, E = 2 D — A; D = ☾ — ☉, ó diferencia de longitudes medias, y A la anomalía media de la Luna.

La ecuación media de la órbita, llamada ecuación del centro, ó sea la diferencia entre el lugar medio y el lugar elíptico, es también algo considerable en la Luna, produciendo avances y retardos con respecto al movimiento uniforme y circular, de unos 6°17′ en siete días para desaparecer en los siete días siguientes, hallándose expresada dicha ecuación por la fórmula: 6° 17′ 19″, 7 sen A + 12′ 48″, 7 sen 2 A + 36″, 9 sen 3 A + ...; designando A, como anteriormente, la anomalía media de la Luna.

Como la distancia de la Tierra al Sol cambía en el trascurso del año por efecto de la forma elíptica de la órbita terrestre, la intensidad de la fuerza perturbatriz es variable por esta circunstancia y dicha variación se hace sensible en las desigualdades del movimiento de la Luna. La atracción del Sol siendo la máxima cuando la Tierra se halla en el perihelio ó el Sol en el perigeo, y la mínima para la Tierra en el afelio, ó el Sol en el apogeo, la órbita de la Luna debe dilatarse en cierto modo hácia el primer punto y experimentar una reducción análoga hácia el segundo. De aquí resultan una serie de desigualdades, así en la velocidad, como en la línea de los ápsides y en la de los nodos, que dependen de la posición que ocupa la Tierra en su órbita, y cuyo período se termina aproximadamente al cabo del año, constituyendo la ecuación anual; cuyo efecto sobre la longitud media de la Luna tiene por expresión analitica: — 11′ 13″, 7 sen z, siendo z la anomalía media del Sol.

Al estudiar la descomposición de la fuerza perturbatriz hemos visto que, á más de la componente tangencial que altera directamente la velocidad, y de la fuerza radial que cambia la gravitación de la Luna hácia la Tierra, es preciso admitir una tercera componente perpendicular al plano de la órbita, que tiende constantemente á variar la inclinación de ésta con la eclíptica. Efecto de esta causa dicha inclinación oscila entre 5° 0′ y 5° 17′; siendo su inclinación media de 5° 9′; apartándose de este valor, entre dichos límites, según la posición de la Luna con respecto al Sol y con relación á la línea de los nodos; resultando de aquí numerosas desigualdades en el valor de la latitud de la Luna, ó sea el arco que mide su distancia al plano de la eclíptica.

Esta fuerza, que cambia la inclinación de la órbita, empujando la Luna hácia la eclíptica, cambia también la línea de los nodos ó sea de intersección de los dos planos, produciendo en la misma un movimiento retrógrado, que es aproximadamente de 19° 20′ por año, aunque este valor medio se halla también ligeramente alterado por efecto de la ecuación anual.

A más de las desigualdades indicadas debidas á la acción del Sol, que se llaman periódicas y son las más importantes, por ser sus ciclos ó periodos relativamente cortos, hay otras menos perceptibles, cuyos períodos son comparativamente mucho más largos, entre ellas dos de 15″ y 21″, descubiertas por M. Hansen, y que dependen de la acción perturbatriz del planeta Venus, cuyos períodos son respectivamente de 273 y 239 años. La expresión analítica de dichas desigualdades en longitud es: Para la primera, + 15″, 34 sen (— *l* — 16 E + 18 V + 30° 12′), y para la segunda, + 21″, 47 sen (8 V — 13 E + 274° 14′); designando V la longitud media heliocéntrica y sideral de Venus; E la de la Tierra, y *l* la anomalía media de la Luna.

Un efecto muy importante en el movimiento de la Luna, que depende en gran parte de la variación de la fuerza perturbatriz solar por la forma elíptica de la órbita terrestre, es la desigualdad designada bajo el nombre de aceleración secular del movimiento medio de la Luna, cuyo estudio y esclarecimiento constituye el principal objeto de nuestro trabajo. Fué descubierta por Halley comparando las más antiguas observaciones de eclipses de Luna de los astrónomos caldeos con los de los tiempos modernos, y dedujo que el período de la revolución de la Luna es al presente más corto, sensiblemente, que en dicha lejana época, y este resultado ha sido plenamente confirmado por observaciones posteriores. La dificultad de darse cuenta de este efecto hizo que algunos opinaran que la teoría de la gravitación no podía explicarlo; mientras que otros llegaron á negar la existencia del hecho mismo, á pesar de hallarse demostrado hasta la evidencia por todas las observaciones; todo lo cual fué motivo para que las más importantes corporaciones científicas tomaran la iniciativa para su estudio y esclarecimiento.

La Academia de Ciencias de París propuso para tema del premio del año 1774 el examinar si, atendiendo no solo á la acción del Sol, de la Tierra y de los otros planetas sobre la Luna, sino también á la figura no esférica de la Luna y de la Tierra, se podía explicar por la sola teoría de la gravitación el porqué la Luna parecía tener una ecuación secular, que Mayer fijó en unos 9″ para el primer siglo á contar del año 1700. M. de Lagrange, autor de la Memoria premiada, se limitó á demostrar el efecto que podía resultar de la no esfericidad de dos planetas, y resulta de sus investigaciones que no da en la ecuación de la órbita término alguno de que se pueda deducir la existencia de dicha aceleración; resultado que, por lo demás, se deduce inmediatamente del teórema tan conocido sobre el movimiento del centro de gravedad de un sistema cualquiera.

La misma Academia había propuesto para tema del premio del año 1762, «si los planetas se mueven en un medio cuya resistencia produce algún efecto sensible sobre los movimientos medios». El abate Bossut, que mereció el premio, opina que la aceleración del movimiento medio de la Luna se debe á la resistencia del eter, y deduce de sus cálculos, aplicados á un planeta cualquiera, que el eje mayor y la excentricidad de la órbita están sujetos á desigualdades proporcionales al tiempo, en tanto que el afelio del planeta está inmóvil. Claro es que dismi-

nuyendo la distancia media ó el semieje mayor, la velocidad angular del movimiento medio se aceleraría con arreglo á la tercera ley de Kepler, disminuyendo el tiempo de la revolución. Esta hipótesis no explica en realidad por completo el fenómeno, pues en el caso de la Luna, la anomalía, el apogeo y el nodo se hallan también sujetos á variaciones seculares.

M. de Laplace, que no admitía dicha suposición ó hipótesis, propuso otra, consistiendo en suponer que la gravitación no obra igualmente sobre un cuerpo en movimiento como en uno que esté en reposo, y que no depende únicamente de las distancias de los cuerpos y de sus masas, sino también de su velocidad. Si la gravitación gastase algún tiempo en propagarse, este tiempo debe ser muy corto y el espacio que recorrería en un tiempo finito T extremadamente grande. De esto resultaría en el planeta una aceleración en su movimiento alrededor del Sol y en el de la Luna alrededor de la Tierra.

Pero el mismo Laplace desechó pronto esta hipótesis y dió la siguiente explicación, que hace resaltar la causa real más influyente en el fenómeno que nos ocupa: Si la eclíptica, ó sea la órbita de la Tierra, fuese invariable, las dilataciones y contracciones alternativas de la órbita de la Luna por efecto de la ecuación anual tendrían una exacta compensación, sino dentro el período de un año, por lo menos después de un gran número de revoluciones anuales del Sol, haciendo coincidir cada cambio posible de distancia del Sol con cada elongación posible de la Luna al Sol en su órbita. Pero en realidad no sucede así, pues la excentridad de la órbita terrestre está sometida á una ecuación secular y vá disminuyendo lentamente desde los tiempos más remotos por efecto de la acción perturbatriz de los planetas sobre la Tierra, y es precisamente esta variación de la excentricidad de la órbita de la Tierra la causa principal de la aceleración secular de la Luna. La compensación en la ecuación anual de que hemos hablado, que si la eclíptica fuese invariable, se efectuaría en algunos años, no se efectuará ya sino imperfectamente en razón de este cambio lento de uno de los datos ó elementos importantes que es dicha excentricidad. Queda, pues, un pequeño efecto no compensado al restablecerse las mismas configuraciones del Sol, de la Luna y de los perigeos solar y lunar, cuyos pequeños efectos, acumulados en el movimiento medio de la Luna, alteran en fin su longitud en cantidad que no puede ser despreciada. Se sabe que la excentricidad de la órbita terrestre no irá siempre disminuyendo; cesará de hacerlo dentro unos 24000 años, para aumentar enseguida durante muy largo tiempo; por consiguiente, su efecto sobre el movimiento medio de la Luna cesará también algún día para reproducirse en sentido contrario.

El cálculo de Laplace, fundado en la lenta disminución de la excentricidad de la eclíptica, daba unos 10″ para la aceleración de la longitud media de la Luna durante el primer siglo á contar del año 1700, y como este valor coincidía sensiblemente con el que daba la observación, se creyó satisfactoriamente resuelto este punto importante de la teoría lunar. La expresión analítica de dicha accle-

ración era: $10'',182 i^2$ limitada al término principal más importante. Varía proporcionalmente al cuadrado del tiempo, siendo i el número de siglos transcurridos á contar de 1700; es decir, que si para el primer siglo es de 10'' la aceleración del movimiento medio de la Luna en longitud, será de 40'' al fin del segundo siglo, 90'' al fin del tercero, y así sucesivamente.

El coeficiente de la aceleración 10'', adoptado en la fórmula anterior, coincidía sensiblemente con el valor resultante de las observaciones de Tobías Mayer, y lo creemos muy aproximado á la realidad, siendo el adoptado en las Tablas lunares de Bürg, Burckhardt y otras varias; aunque no debemos pasar en silencio que los distinguidos astrónomos Airy y Hansen, fundándose en el cálculo de varios eclipses históricos, por medio de las Tablas y teoría de la Luna de este último, reclaman 12'' para el valor de la aceleración en el primer siglo, al objeto de poner de acuerdo la teoría con la observación. En cambio, M. Newcomb, por medio del cálculo de uno de los antiguos eclipses de Sol, llamados de Tolomeo, halla poco más de 8'' para dicho coeficiente. Creemos no apartarnos de la realidad adoptando como más aproximado el valor medio entre ellos, que es el de 10'', y lo consideraremos como resultado directo de la observación.

Mas, posteriormente, otros distinguidos astrónomos y matemáticos, y en especial Delaunay en su teoría de la Luna, notabilísimo trabajo, fruto de una labor asídua de más de 15 años, y que constituye un verdadero monumento matemático, llevando más adelante que Laplace la aproximación en el cálculo de la aceleración secular, ha encontrado 6''.1 para el valor de la misma en longitud durante el primer siglo, en vez de los 10'' fijados por Laplace y que resultan también de la observación. Aparece, pues, la diferencia de unos 4'', durante el primer siglo, entre el valor observado y el calculado para dicha aceleración en longitud, y surge de nuevo un engorroso conflicto entre la teoría de la gravitación y la realidad.

Se ha tratado de atribuir este pequeño exceso de unos 4'' que el valor observado de la acelaración ofrece con respecto al que dá la teoría, á un efecto puramente aparente debido á una pequeñísima disminución en la velocidad angular de rotación de la Tierra, que reconoce por causa el retraso de las mareas con respecto al paso meridiano de la Luna. Es indudable, en efecto, que si la velocidad de rotación de la Tierra disminuyese por aquella causa, aumentando en consecuencia la duración absoluta del día solar, así como del sideral, la revolución de la Luna referida á esta unidad aparecería efectuarse en un tiempo más breve, y, por consiguiente, resultaría en su movimiento medio una aparente aceleración que, si bien muy lenta, acabaría por hacerse sensible en un largo transcurso de tiempo. Para apreciar los fundamentos de esta hipótesis, debemos recordar ante todo los principios que sirven de base á la teoría de las mareas.

La atracción de la Luna obliga el agua de los mares á elevarse á cada instante en los dos extremos del diámetro dirigido hácia ella y á deprimirse perpendicularmente á esta dirección. Resulta de aquí que hay dos mareas, la que co-

rresponde al paso superior de la Luna por el meridiano y la que corresponde al paso inferior. Daniel Bernoulli llama á la primera marea de encima y á la otra marea de debajo, y observa que las mareas de encima son iguales á las de debajo cuando la declinación de la Luna es nula; que para los países septentrionales las mareas de encima son mayores que las de debajo cuando la declinación de la Luna es boreal, y menores cuando esta declinación es austral. Toda la teoría de las mareas se deduce de las ecuaciones generales del movimiento y equilibrio de los fluídos. Para aplicar estas ecuaciones al flujo y reflujo del mar se supone que la Tierra está constituída por un pequeño globo sólido, diferenciándose infinitamente poco de una esfera y que este globo se halla cubierto de una capa fluída muy delgada. El fluído, no estando sometido á ninguna fuerza esterior, tomará á la larga el movimiento de rotación del pequeño globo y acabará por estar en equilibrio; si se perturba este equilibrio por la acción de fuerzas exteriores, habrá que determinar la naturaleza de las oscilaciones producidas en el fluído y la nueva forma de equilibrio de éste. Procediendo así se halla que la forma de equilibrio de una capa de agua recubriendo una esfera como la Tierra bajo la influencia de la atracción de la Luna, sería un elipsoide oblongo teniendo el semieje mayor dirigido hacia la Luna más largo de $1^{m},473$ próximamente, que el que le es perpendicular. Este elipsoide no tiene, sin embargo, el tiempo suficiente para formarse por completo, pues antes que las aguas puedan tomar su posición de equilibrio la Luna avanza en su órbita mensual y la Tierra prosigue su rotación sobre su eje, de donde resulta que el vértice del elipsoide cambia de posición sobre la superficie de la Tierra y las aguas del océano deben buscar una nueva posición de equilibrio. El efecto producido es dos protuberancias ó montañas de agua en los extremos del diámetro ó eje mayor y dos depresiones en sentido perpendicular, cuyas montañas ó protuberancias siguen ó, mejor dicho, se esfuerzan en seguir los movimientos aparentes de la Luna. Según sean las partes más altas, es decir, los vértices de las protuberancias, ó las más bajas, es decir, las correspondientes á los extremos del diámetro perpendicular de esta especie de ola, las que en su movimiento encuentran nuestras costas, se dice que hay marea alta ó baja, flujo ó reflujo, alta ó baja mar.

El Sol produce también sobre las aguas del océano dos protuberancias opuestas y dos depresiones análogas, constituyendo la marea solar, cuyo vértice tiende á seguir el movimiento aparente del Sol en los cielos, pero que es bastante menor que la marea lunar por su mayor distancia de la Tierra; pues no hay que perder de vista que el efecto de una marea depende, no de la atracción absoluta del astro que la produce, sino de la diferencia de las atracciones producidas sobre la superficie y el centro de la Tierra, lo cual explica que el agua se eleve no solamente en el extremo del diámetro dirigido hacia el astro, sino también en dirección del opuesto, por hallarse en este punto menos atraída el agua que el centro de la Tierra.

La marea solar existe simultáneamente con la lunar, algunas veces coincide

con ella en dirección, otras veces la cruza y neutraliza en parte, según la configuración sinódica mensual de los dos astros. Estas alternativas de superposición ó de neutralización mútua de los efectos del Sol y la Luna producen lo que se llama las altas y las bajas mareas, las primeras resultando de la adición ó suma y las segundas siendo la diferencia de estos dos efectos. La relación de intensidad entre estas dos mareas se deduce próximamente de la que existe entre las elipticidades de los dos elipsoides correspondientes á las mareas solar y lunar, que siendo respectivamente de 610 y 1524 milímetros, resulta que la media de las altas y bajas mareas están entre sí en la relación de 7 á 3.

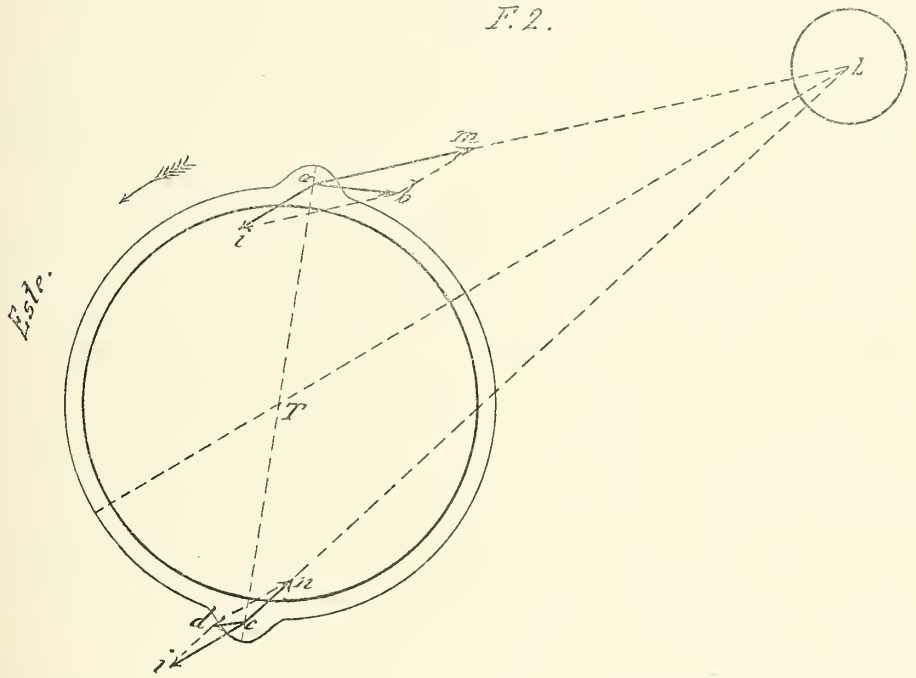
Otro efecto notable de la combinación de las mareas solar y lunar es lo que se llama el avance y el retraso de las mareas. Si sólo interviniese la acción de la Luna el día de marea, ó sea el intérvalo entre dos altas ó bajas mar, sería el día lunar comprendido entre dos pasos sucesivos de la Luna por el mismo meridiano. Igualmente, si sólo existiese el Sol, el día de marea sería el día solar medio. Pero por la acción simultánea de los dos astros el intérvalo entre dos máximos sucesivos de las mareas solar y lunar superpuestas variará según que sus mareas parciales se aproximen ó alejen de la coincidencia, puesto que, cuando los vértices de las dos protuberancias no coinciden, su altura resultante tiene su máximo en un punto intermedio entre ellas dos. Esta variación de la uniformidad en la longitud ó duración de los días sucesivos de marea se observa particularmente al tiempo de las zizigias. Dicha resultante estará más aproximada de la dirección de la Luna, que ejerce una acción triple que el Sol, y según que ella sea perigea ó apogea, aquella resultante tomará diversas posiciones con respecto á nuestro satélite. Se vé, pues, que la hora de la marea se adelantará desde las zizigias á las cuadraturas, puesto que la resultante pasará al Oeste de la Luna, y se retrasará desde las cuadraturas á las zizigias, atendiendo que esta fuerza resultante pasará al Este. Este avance y retardo variará también según el lugar de la Luna en su elipse, puesto que la resultante de las acciones del Sol y la Luna se aproximará de la dirección de la Luna al perigeo y se alejará de ella al apogeo.

Acabamos de ver que las dos protuberancias ó montañas acuosas que causan la marea no tienen por ejes el radio vector que va de la Tierra á la Luna y que el paso meridiano del astro no es el momento en que el fenómeno se manifiesta, debido ello á la acción combinada del Sol; pero otras causas de naturaleza distinta vienen á añadirse para hacer esta diferencia aún más sensible. En efecto, la adherencia de las aguas, cuya circulación ó derrame no es instantáneo, su frotamiento contra el fondo del mar, la inercia de las mismas aguas en el movimiento de rotación de la Tierra y, sobre todo, la configuración de las costas junto á los puertos y bahias, que aumenta el frotamiento de las aguas, son las principales causas que retrasan las mareas de variar horas después del paso de la Luna por el meridiano. El retardo que la marea experimenta en cada lugar con respecto á la hora del paso meridiano de la Luna, corregida teniendo en cuenta el efecto de la marea solar, constituye lo que se llama el *establecimiento del puerto.* La ob-

servación de los diferentes establecimientos de puertos reviste una grande importancia para la navegación y para poder apreciar en conjunto la distribución de las mareas en el globo.

Apliquemos ahora las consideraciones expuestas sobre las mareas á la hipótesis que les atribuye, en parte, como efecto aparente, el fenómeno de la aceleración secular de la Luna. Resulta, en efecto, de lo dicho anteriormente, que las dos protuberancias ó montañas de agua que constituyan la marea de encima y la de debajo se hallarán siempre algo al Este del radio vector que une los centros de la Tierra y de la Luna, Fig. 2.

F. 2.



am, *cn* = fuerzas de atracción de la Luna sobre las dos protuberancias acuosas; *ai* = *ci* = fuerzas de inercia de dichas protuberancias, iguales, contrarias y paralelas á la aceleración del centro T de la Tierra, por la acción de la Luna, multiplicada por la masa de las mismas; *ab*, *cd* = fuerzas resultantes.

El efecto de la atracción de este astro sobre dichas protuberancias, combinada con la fuerza de inercia de las mismas, dá lugar á dos fuerzas *ab*, *cd*, tendiendo, en virtud de sus momentos resistentes, á disminuir la velocidad de rotación de la Tierra alrededor de su eje; es decir, á aumentar la duración del día sideral en cantidad casi infinitamente pequeña, y, en su consecuencia, resultaría una aparente aceleración de la misma índole en el movimiento medio de la Luna, referido á esta nueva unidad de tiempo, que, según la expresada hipótesis, podría explicar la pequeñísima diferencia de 4″, ó 6″ á lo más, existente entre la teoría

de la gravitación y la realidad, para el valor de dicha aceleración en el primer siglo.

Por medio del cálculo se ha determinado, aproximadamente, que para explicar la citada diferencia por el retraso de las mareas, sería preciso admitir unas 3 horas para el establecimiento medio de los puertos en toda la extensión del globo terrestre, y adoptando 1 metro para la altura de la plenamar sobre el nivel medio, lo cual dista mucho de ser la espresión de la realidad. En muchos puntos, á causa de la configuración especial de las costas, las mareas son casi insensibles; en muchas islas del Océano pacífico son casi nulas, y en otros tienen un valor muy pequeño y variable siempre de un punto á otro en límites muy extensos, de suerte que dicha causa no puede producir un efecto sensible con relación al fenómeno que estudiamos y es á todas luces insuficiente para producir el menor retardo en la velocidad del movimiento de rotación de la Tierra; y aunque se atribuyese á dicho retardo un valor casi infinitamente pequeño, éste se hallaría compensado por una aceleración análoga, es decir, del mismo orden infinitesimal, en la velocidad angular de rotación de la Tierra, originada por la contracción debida al enfriamiento lento del goblo terrestre en el transcurso del tiempo, aceleración que se explica perfectamente por el teorema de la conservación de las áreas. Consiste, en efecto, este teorema en que, si la suma de los momentos de las fuerzas exteriores aplicadas á un sistema material en movimiento, con respecto á un eje fijo cualquiera, es constantemente nula, la suma de los productos de las áreas descritas, durante un tiempo cualquiera t, por los radios vectores que unen el pie del eje sobre un plano perpendicular á su dirección á las proyecciones de los diversos puntos materiales del sistema sobre este plano, por las masas de dichos puntos materiales, es proporcional al tiempo t. Ahora bien, la Tierra está animada de un movimiento de rotación alrededor de su eje, en virtud del cual la suma de las referidas áreas, ó mejor dicho, de los productos expresados, adquiriría un cierto valor determinado $A=Ct$, al cabo de un tiempo t. Pero como la temperatura media del goblo terrestre disminuye en virtud del teorema de la dispersión de la energía, á causa del enfriamiento lento que experimenta, sufrirá una contracción ó disminución de volumen, y, por consiguiente, cada una de las áreas que figuran en la suma A, obtendría en el mismo tiempo un valor menor si la velocidad angular de la Tierra permaneciese constante. El teorema de la conservación de las áreas exige, pues, un aumento en la velocidad angular de la rotación de la Tierra, por efecto de dicha contracción. Esta observación establece una cierta relación entre la temperatura de la Tierra y la duración del día sideral, y nos permite conjeturar que el pequeñísimo aumento de velocidad angular que resultaría por esta causa es suficiente para anular la disminución del mismo orden que pueda atribuirse al efecto del retardo de las mareas.

No pudiendo, pues, atribuirse la pequeña diferencia de 4 segundos de arco que existe entre el valor observado de la aceleración secular de la Luna en el

primer siglo y el que da la teoría de la gravitación universal á un efecto aparente debido á la variación del día sideral por causa de las mareas, preciso es admitir que aquella pequeña diferencia en el valor de la aceleración existe realmente, y buscar en otro orden de ideas el origen ó causa de este aumento; y creemos estar en lo cierto al afirmar que debe atribuirse á una lenta disminución de la distancia media de la Luna á la Tierra, debida al enfriamiento gradual y sucesivo de esta última y consiguiente contracción de todo el sistema terrestre, que dá lugar á un efecto análogo á las variaciones de distancias moleculares en los cambios de estado térmico de los cuerpos, con arreglo á los principios fundamentales de la teoría mecánica del calor ó sea de la Termodinámica. Mas, para hacer comprender las razones en que se apoya nuestra hipótesis ó teoría, preciso nos es exponer ante todo nuestro criterio acerca de la gravitación universal y de la perfecta analogía que, en nuestro concepto, existe entre los movimientos moleculares que constituyen el calor en los cuerpos y los movimientos planetarios y siderales.

La gravitación universal.—El nombre de atracción no fué empleado por Newton en su sentido literal ó exacto, sino más bien como una metáfora ó modo de expresarse para designar la fuerza ó causa desconocida que produce la gravitación; reconociendo el mismo Newton que una acción á distancia de las masas sobre sí mismas, á través del vacío, era una hipótesis contraria á todos los principios de la mecánica. Si por largo tiempo fué aceptada la hipótesis de la atracción, lo era provisionalmente á falta de una explicación mejor. Lo único que se sabía, por haberlo demostrado la observación, era que los movimientos planetarios ó siderales se verificaban con arreglo á ciertas relaciones de tiempo y distancia expresadas por las leyes de Kepler; mas no se puede negar que la naturaleza de la fuerza que determina tales movimientos siguió tan desconocida después de Newton como lo era para Kepler.

Algunos han tratado de explicar la gravitación por una hipótesis análoga á la de los torbellinos de Descartes, otros han supuesto que podía ser un fenómeno vibratorio como el calor ó la luz, aunque distinto de éstos, y otros, por fin, son de parecer qne la gravitación es un fenómeno de naturaleza térmica ó calorífica, y de esta opinión participamos nosotros; pero lo que si es indudable es que los cuerpos no se atraen ni pueden atraerse, y que el mismo Newton dijo, no que se atraían, sino que gravitaban unos sobre otros como si se atrayesen en razón directa de sus masas é inversa del cuadrado de sus distancias. Es preciso buscar la explicación de este hecho.

Hoy día está universalmente admitido y comprobado por innumerables fenómenos físicos, que un fluído imponderable, eminentemente sutil y elástico, llamado eter, llena, lo mismo los espacios intermoleculares de los cuerpos, que los espacios interplanetarios ó siderales; en una palabra, que este fluído, constituyendo probablemente la materia primera ó elemental, ocupa todos los espacios intercósmicos del Universo. A las impulsiones sucesivas de este eter en vibración, en sí

muy pequeñas, pero actuando de un modo intermitente, á intérvalos infinitamente pequeños, es debido el calor y de un modo general todas las fuerzas motrices, las cuales proceden ó actuan por una série de impulsiones sucesivas muy pequeñas, iguales en tiempos iguales, á lo que deben su propiedad de ser constantes.

Supongamos un cuerpo envuelto enteramente por el eter á una temperatura dada; este eter comprimirá su superficie proporcionalmente á su fuerza vibratoria, ó sea á su energía térmica; esta presión no es estática, sino dinámica, y su valor por unidad de superficie constituye la constante de la gravitación para el cuerpo dado.

La gravitación siendo una fuerza aceleratriz, es decir, que obra contínuamente sobre los cuerpos sometidos á su acción, es necesariamente de naturaleza vibratoria. Sobre la unidad de superficie la presión es proporcional al número de átomos de eter que la impulsan ó comprimen, y en un mismo cuerpo estas impulsiones vibratorias se transmiten normalmente de la superficie al centro, distribuyéndose en superficies concéntricas más y más reducidas.

Llamando p la presión por unidad superficial en la superficie de una esfera, la presión total para la esfera de radio R, será: $p \times 4\pi R^2$, y para la superficie concéntrica situada á la distancia Δ del centro, como el número de átomos de eter que impulsan las dos esferas es el mismo, la presión por unidad de superficie, será:

$$p.\frac{4\pi R^2}{4\pi \Delta^2} = p.\frac{R^2}{\Delta^2}$$

Así, la presión crece en razón inversa del cuadrado de la distancia al centro. La intensidad de la gravitación en la superficie de la esfera, que cuando se trata de la Tierra constituye el peso de les cuerpos, asi como la aceleración que se designa con la letra g, son proporcionales á p en la superficie; y para los puntos situados á una distancia Δ del centro de la esfera al exterior, dichos elementos son proporcionales á $p\,\frac{R^2}{\Delta^2}$; por consiguiente, la intensidad de la gravitación varía en razón inversa del cuadrado de las distancias al centro de la esfera sometida á las impulsiones etéreas.

Esta presión, al transmitirse de la superficie al interior del cuerpo á través de los espacios intermoleculares, aumenta las energías térmicas de las moléculas y átomos que la sufren, empleándose una parte de ella en producir ó aumentar la fuerza viva molecular que se traduce en temperatura, mientras que otra parte de dicha presión ó presiones se consume ó emplea en el trabajo interior que hay que vencer para cambiar la posición de las moléculas, venciendo la fuerza de repulsión de sus atmósferas etéreas que las envuelven, y produciendo el efecto que llamamos cohesión.

La energía gravitatoria que en la superficie de la esfera es proporcional á p,

resultará ser sucesivamente proporcional á $p\frac{R^2}{\Delta^2}$, $p\frac{R^2}{\Delta_1{}^2}$, etc., absorbiendo sobre la unidad de superficie subyacente presiones que crecen en razón inversa del cuadrado de la distancia al centro de figura, que para una esfera homogénea, ó formada de capas concéntricas homogéneas, coincide con su centro de gravedad.

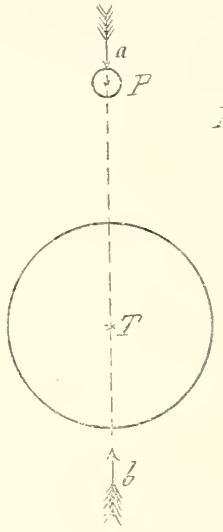
Resulta de la existencia de esta presión ejercida concéntricamente por el eter, que en los cuerpos de cierta extensión y dotados de suficiente plasticidad la materia de ellos tiende á tomar la forma esférica, y como la presión aumenta de la superficie al centro, la densidad debe crecer también á medida que se consideran zonas ó capas más aproximadas al centro. Es lo que sucede en la Tierra, y por analogía podemos creer ocurre también en los demás planetas. Esta presión concéntrica ejercida por el eter sobre los cuerpos, es el factor principal de la cohesión que mantiene unidas ó, por mejor decir, á distancias infinitesimales las moléculas unas con otras y los átomos entre sí, venciendo ó equilibrando para ello la fuerza repulsiva de las atmósferas etéreas que las rodean, puestas igualmente en vibración por el calor. Es la referida presión, ó sea la gravitación, la que establece la superficie de nivel en los líquidos concéntricamente á la esfera terrestre y que hace gravitar los cuerpos en un medio líquido ó gaseoso proporcionalmente á sus densidades, es decir, á la cantidad de materia que recibe las impulsiones etéreas.

Otro de los efectos importantes de las presiones concéntricas del eter que se transmiten de la superficie al interior de los cuerpos, es el aumentar la energía térmica de sus elementos moleculares, ó sea la fuerza viva de oscilación de las moléculas, de donde resulta que la temperatura del cuerpo irá creciendo de la superficie al centro proporcionalmente al valor también creciente de las presiones por unidad de superficie, ó sea de su gravitación; constituyendo una transformación de la energía ó trabajo exterior del eter en energía térmica ó de oscilación de las moléculas, aumentando la fuerza viva de éstas, lo que se traduce en aumento de temperatura. Este incremento de calor de la superficie al centro en los cuerpos sometidos á las presiones concéntricas del eter, insensible para los cuerpos de pequeñas dimensiones, resulta considerable para las masas siderales y planetarias, produciendo el calor central con temperaturas interiores muy elevadas.

Un cuerpo sumergido en una masa de eter con presiones homogéneas ó uniformes se hallará en equilibrio estático, produciéndose tan sólo los efectos de naturaleza térmica que acabamos de exponer; mas, por el contrario, si las presiones del eter no son uniformes, el equilibrio estático del cuerpo se rompe y éste se mueve en el sentido de la menor resistencia. Es lo que sucede, por ejemplo, en el fenómeno de la caída de los graves hacia la Tierra. Fig. 3.

El cuerpo P, de masa m', sumergido en el eter, á presiones uniformes, se hallaría en equilibrio estático si estuviese aislado; más la presencia de la Tierra

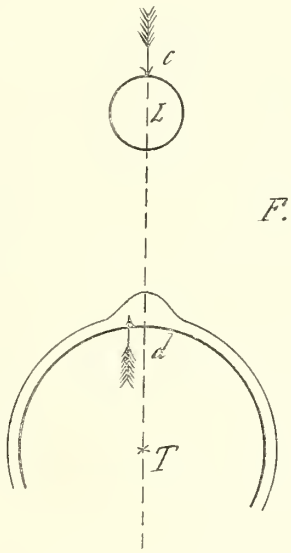
T altera este estado de equilibrio por el desnivel de presiones á que dá lugar. En efecto, las presiones etéreas dirigidas en sentido de la flecha *b*, ó sea en dirección del centro de la Tierra al cuerpo P, experimentan una transformación al obrar concéntricamente en el interior de la Tierra T, pues una parte de su energía se transforma en trabajo molecular para cambiar la posición de las moléculas terrestres, venciendo las acciones de las atmósferas etéreas de estas últimas, y otra parte en energía vibratoria de estas moléculas, aumentando su fuerza viva de oscilación. La primera parte, consumida en trabajo molecular, desaparece completamente como energía actual ó cinética, resultando de aquí una depresión en las impulsiones del eter en el espacio comprendido entre la superficie de la



F. 3.

Tierra y el cuerpo P en la dirección TP; la presión en la dirección opuesta PT, ó sea de la flecha *a*, resulta, pues, preponderante, y el cuerpo desciende ó cae hacia la Tierra en la dirección PT, en virtud de la diferencia de dichas presiones. Esta diferencia, ó mejor dicho, su efecto, es proporcional, por una parte, al trabajo molecular producido en la Tierra por las presiones *b*, y es absorbido por ella; es decir, á la masa *m* de la Tierra; y, por otra, es proporcional al número de átomos ó moléculas del cuerpo P, que reciben la acción de las presiones etéreas en dirección de la flecha *a*; de modo que es también proporcional á la masa *m'* del cuerpo P. En resúmen, la acción gravitatoria del cuerpo P hacia la Tierra T es proporcional al producto de sus masas *m*. *m'*, y como por otra parte se halla en razón inversa del cuadrado de la distancia TP, según hemos demostrado anteriormente, resulta para el valor de dicha gravitación, $\frac{fmm'}{\Delta^2}$, representando Δ la distancia TP y *f* un coeficiente que indica el valor de la gravitación por uni-

dad de masa y á la unidad de distancia. Se vé, pues, que la Tierra no atrae el cuerpo P; por el contrario, la energía térmica ó calorífica de la Tierra expresada por la fuerza viva de oscilación de sus moléculas, transmitiéndose en parte al eter en dirección TP, tiende á rechazar el cuerpo P; éste cae por la diferencia de presiones debida principalmente al trabajo interior ó molecular producido en la masa terrestre y que ha desaparecido como energía actual ó cinética. Del mismo modo, en las mareas lunares la elevación de las aguas del mar según la recta que une los centros de la Tierra y de la Luna es debida á la depresión que experimenta el eter en dirección de la fiecha *c*, en el espacio comprendido entre la Tierra y la Luna, por la presencia de ésta, lo que es causa de que las aguas busquen su nueva forma de equilibrio y se eleven en dirección de la menor resistencia; es decir, en dirección de la flecha *d*. Fig. 4. Análogas consideraciones se aplican también á la marea solar.



F. 4

Reasumiendo lo que acabamos de exponer acerca de la gravitación universal diremos que, en nuestro concepto, lejos de ser una fuerza atractiva es, como todas las demás fuerzas de la naturaleza, una fuerza impulsiva debida á las impulsiones del eter puesto en vibración por el calor. Esta fuerza varía en razón directa de las masas é inversa del cuadrado de las distancias, ejerciendo presiones sobre la materia de los cuerpos, presiones que cuando son uniformes se emplean en aumentar su energía térmica; pero que cuando no son uniformes producen el movimiento del cuerpo en sentido de la resistencia menor. De todos modos, los cuerpos no se atraen; su energía calorífica es una fuerza repulsiva, en su virtud la Tierra tiende á rechazar la piedra que cae hacia ella, así como la Luna; si gravitan sobre ella es por efecto de las presiones del eter exterior.

Expuesto nuestro criterio sobre la gravitación, fácil nos será establecer ahora la completa analogía que existe entre el modo de ser de los sistemas planetarios y siderales, y la constitución molecular de los cuerpos naturales que se hallan inmediatamente á nuestro alcance sobre la Tierra.

Sistemas especiales, dice M. Biot, no menos maravillosos que el mundo planetario, pero de una complicación infinitamente superior, en los que millones de particulares imperceptibles accionan y reaccionan unas sobre otras, á distancias tan pequeñas que desafían los medios de observación más perfeccionados, ofrecen al calculador dificultades incomparablemente más grandes que los movimientos regulares que se operan en la soledad de los cielos.

Las dificultades señaladas por M. Biot en su elocuente párrafo transcrito, se han aminorado algún tanto hoy, felizmente, y la mecánica molecular ha dejado de constituir un enigma desde que hizo su aparición en el estadio de los conocimientos humanos la Teoría mecánica del calor ó sea la Termodinámica. Nacida ayer, esta ciencia extiende hoy día su dominio á la Física, la Química, la Mecánica, la Astronomía, la Fisiología, etc., y se funda en el hecho de que el calor no es un fluído ó agente especial como se creía antiguamente, sino un movimiento vibratorio de las moléculas de los cuerpos, que aumenta cuando la temperatura se eleva y disminuye cuando la temperatura baja. Las moléculas siendo invisibles, no es posible percibir ese movimiento molecular que constituye el calor; pero todas las consecuencias que se deducen de esta hipótesis se hallan confirmadas por la experiencia y vienen á demostrar la exactitud de la misma. Unicamente puede haber alguna duda acerca de la naturaleza de dichos movimientos moleculares; pero fundándose en la moderna teoría de los gases desarrollada por Clausius, se han hecho hipótesis muy racionales que permiten darnos cuenta aproximada de dichos movimientos en los diversos estados que afectan los cuerpos. Hace más de un siglo que Daniel Bernoulli emitió la opinión de que la presión que ejercen los gases contra las paredes del vaso que los encierra procedía de los choques de las moléculas gaseosas contra dichas paredes, y esta idea adoptada modernamente por Clausius le ha servido de fundamento para su teoría de los gases, de la cual se han deducido útiles consecuencias acerca de la constitución molecular de los cuerpos en general.

Según las teorías del citado físico matemático alemán, en el estado sólido poseen las moléculas de los cuerpos pequeños movimientos oscilatorios ó rotatorios alrededor de sus centros de gravedad, otros pequeños movimientos de traslación oscilatorios rectilíneos de estos mismos centros, y otros movimientos especiales de los átomos dentro de cada molécula. En el estado líquido aumentan algo los movimientos de traslación y los oscilatorios alrededor del centro de gravedad pasan á ser rotatorios decididamente; estos aumentos se hacen aún más sensibles en los gases, cuyas moléculas se hallan animadas de grandes velocidades de rotación y traslación, alcanzando éstas últimas para el aire el valor de 485 metros por segundo y 1848 metros para el hidrógeno, á la temperatura de cero grados centí-

grados ó sea 273 grados de temperatura absoluta. La fuerza viva para estos movimientos moleculares cuando hay cambio de estado, proviene, en su incremento, del calor latente de fusión y del calor latente de vaporización.

A poco que se reflexione acerca de estos movimientos que constituyen el calor en los cuerpos ponderables, se reconocerá que debe existir completa analogía entre ellos y los movimientos planetarios ó siderales; pues unos y otros son debidos á fuerzas de naturaleza idéntica, representadas en los astros por la gravitación de una parte y la repulsión de las atmósferas etéreas que los envuelven, puestas en vibración por el calor de los mismos, por otra; y en los cuerpos ponderables juegan la cohesión de un lado, que según lo visto es un caso particular de la gravitación, como efecto de las presiones del éter exterior, y de otro lado, la fuerza repulsiva de las atmósferas etéreas que envuelven las moléculas. La analogía resulta más completa si se admite que los movimientos oscilatorios de traslación de las moléculas de los sólidos y de los líquidos, en vez de ser rectilíneos son movimientos próximamente elípticos alrededor de centros moleculares distintos; conservando, empero, el movimiento rectilíneo para las moléculas gaseosas, toda vez que el trabajo molecular en los gases es nulo en virtud de la ley de Joule, y por lo tanto no hay fuerza alguna eficaz para modificar su trayectoria rectilínea.

Demuestra la Termodinámica que si se comunica á la unidad en peso de un cuerpo una cantidad finita de calor Q expresada en calorias, el estado del cuerpo experimenta las modificaciones siguientes:

1.° Habrá incremento de la temperatura, es decir, de la fuerza viva del movimiento oscilatorio molecular, que se traduce en incremento de temperatura; cantidad expresada por ΔW en unidades de trabajo ó kilográmetros.—2.° Habrá cambio en las posiciones mútuas de las moléculas, lo cual corresponde á un trabajo molecular; pues en virtud de la cohesión las moléculas gravitan unas sobre otras; llamaremos ΔJ el trabajo empleado á este objeto, expresado igualmente en kilográmetros; y 3.° hay generalmente cambio de volúmen del cuerpo, lo cual consume un trabajo llamado trabajo exterior ó externo, pues cuando el cuerpo se dilata tiene que vencer la resistencia del medio exterior en el cual la transformación se opera; designaremos por S el trabajo exterior producido por el cuerpo. Estas tres cantidades de trabajo son evidentemente producidas por el calor proporcionado Q; de modo que representando por A el equivalente calorífico del trabajo $= \frac{1}{425}$, se tiene la ecuación fundamental de la Termodinámica,

$$Q = A\,(\Delta W + \Delta J + S)\,,$$

en la cual Q es positivo cuando el cuerpo absorbe calor y negativo si el cuerpo desprende calor. El sumando $A\,\Delta\,J$ representa una cantidad positiva de calor absorbida cuando hay separación de las moléculas; en otros términos, la separación de éstas exije un consumo de calor. Por el contrario, $A\,\Delta\,J$ representa una canti-

dad de calor desprendida por el cuerpo cuando hay aproximación de las moléculas; es decir, que cuando un cuerpo pierde calor ó se enfría hay aproximación de las moléculas, dando lugar á un trabajo molecular ó interior negativo.

Volviendo ya al tema propuesto de la aceleración secular de la Luna, se comprende, sin otras explicaciones, que el pequeño aumento de 4″ que existe para el valor de dicha aceleración en longitud durante el primer siglo, comparado con el que resulta de la teoría ordinaria de la gravitación, depende de un efecto análogo al que producen las variaciones de calor en la posición de las moléculas de los cuerpos y se halla expresado por el trabajo molecular Δ J. En efecto, la Tierra constituye un foco de calor, aun de cierta importancia, que poniendo en vibración la masa de éter que la envuelve, tiende á rechazar la Luna á la distancia que ocupa en su órbita, en virtud de las impulsiones de aquél, estableciéndose en cada instante el equilibrio entre estas impulsiones de la atmósfera etérea de la Tierra y las que obran en sentido contrario, exteriores á la órbita de la Luna y procedentes de la gravitación universal. Si el calor almacenado en la Tierra permaneciese siempre constante, dicho estado de equilibrio sería permanente y la distancia media de la Luna á la Tierra, ó en otros términos, el semieje mayor de su órbita, no experimentaría cambio alguno. Pero en realidad no sucede así; pues en virtud del teorema de la dispersión de la energía, del cual pienso ocuparme en otro trabajo, la Tierra experimenta un enfriamiento continuo, si bien muy lento, disminuyendo su temperatura media en el transcurso de los siglos, como demuestra la Geología de un modo indudable; y esta pérdida sucesiva de calor, en virtud de los principios de la Termodinámica anteriormente expuestos, debe producir una lenta aproximación de la Luna á la Tierra, disminuyendo por grados insensibles el eje mayor de su órbita; pues la disminución de la fuerza repulsiva de la atmósfera etérea de la Tierra por dicha causa, origina la predominancia de la gravitación desarrollada por el éter exterior á la órbita de la Luna, impulsando ésta hácia la Tierra hasta que se restablece en cada instante el equilibrio entre dichas fuerzas. Esta explicación es independiente de toda hipótesis acerca del origen real de la Luna; ya se formase, con arreglo á la teoría de Laplace, en los límites de la primitiva nebulosa terrestre, por las condensaciones de ésta, según opinamos también nosotros, ó ya reconozca otro origen distinto. Lo que no cabe duda, en nuestro concepto, es que el enfriamiento lento y consiguiente contracción de todo el sistema terrestre ha de dar por resultado en el transcurso de los siglos la lenta aproximación de la Luna á la Tierra; y por lo tanto, en virtud de la tercera ley de Kepler, y así mismo en virtud del teorema de las áreas, el tiempo de la revolución de la Luna en su órbita debe disminuir también, resultando un pequeño aumento en la aceleración secular, que explica, en nuestro concepto, la pequeñísima diferencia de 4″ antes mencionada.

Variaciones seculares de índole análoga creemos se observarán dentro un período de tiempo más ó menos largo, pero en todo caso muy lejano, en el movimiento de los planetas alrededor del Sol, por efecto del enfriamiento lento de éste,

con arreglo al teorema mencionado de la dispersión de la energía; y si en la Luna se han manifestado con anterioridad depende de la velocidad angular mucho mayor de este astro en su revolución alrededor de la Tierra. Al hacer esta afirmación no olvidamos que M. de Lagrange en sus Memorias de la Academia de Ciencias de Berlín de 1776, 1781 y 1782 demostró rigurosamente, antes que otro alguno, que ni la distancia media ni la velocidad del movimiento medio están sugetos á especie alguna de variación secular que provenga de la acción mútua de los planetas; y que las investigaciones de M. de Laplace que salieron á luz desde 1773 conducen á este mismo resultado considerablemente aproximado; pero dichos cálculos, fundados en la teoría ordinaria de la gravitación universal, tienen únicamente en cuenta el efecto de la fuerza perturbatriz sobre la velocidad del planeta y suponen constantes las fuerzas centrales, prescindiendo de las variaciones de energía termica ó calorífica de los cuerpos siderales y planetarios; por lo tanto, lícito nos es admitir que dichas variaciones térmicas producirán á la larga, ó en un tiempo inmensamente largo, algún cambio en aquellos elementos de las órbitas.

En resumen, de todo lo expuesto creemos poder deducir la conclusión de que la aceleración secular del movimiento medio de la Luna en longitud, cuyo valor asciende á unos 10″ de arco durante el primer siglo á partir de 1700, se compone de dos partes ó sumandos perfectamente distintos, uno de 6″, 1 dependiente de la disminución lenta de excentricidad que experimenta actualmente la órbita terrestre; y el otro, próximamente de 4″, reconoce por causa el enfriamiento lento y contracción sucesiva de todo el sistema terrestre, que origina la aproximación sucesiva, pero muy lenta de la Luna á la Tierra, disminuyendo por grados casi insensibles el eje mayor de su órbita.

La pequeña diferencia señalada entre la observación y el cálculo se explica así de un modo satisfactorio; pero no es este el único motivo de preocupación que ofrece hoy día la teoría del movimiento de la Luna. Las Tablas de Hansen, aún teniendo en cuenta alguna importante corrección indicada por Delaunay, presentan errores próximamente de 15″ de arco como máximo, en más ó en menos, cuyo período parece ser de unos 300 años; pueden, en su consecuencia, adelantar ó retrasar el paso de la Luna por el meridiano, todo lo más en 1 segundo de tiempo. Se ignora la causa de estas desigualdades, que algunos opinan debe buscarse en la acción de los planetas y tal vez en la acción perturbatriz del planeta Venus, cuya influencia no haya sido bastante analizada. No somos de este parecer, ni tampoco los cálculos más recientes prestan argumentos en favor de esta hipótesis. Creemos, más bien, que la causa de estos desarreglos imprevistos en el movimiento de la Luna radica en las variaciones térmicas ó caloríficas, periódicas ó no periódicas, que se verifican en el Sol, en virtud de las cuales, ciertas energías de caracter molecular ó potencial pudiéndose transformar en energía vibratoria ó actual é introducir alguna modificación en la fuerza impulsiva del éter, dejarían sentir su influencia perturbatriz, aunque pequeña, en el movimiento de la Luna.

Si nuestro satélite acusa la influencia de estas perturbaciones antes que los planetas principales, que parecen más ligados ó dependientes del Sol en sus movimientos, depende simplemente de la considerable velocidad angular de la Luna en su órbita, que da por resultado, en cierto modo, amplificar los efectos de las citadas causas, las que, en el transcurso de los siglos, dejarán sentir igualmente su acción en el movimiento de los demás planetas.

Por lo demás, estas desigualdades imprevistas en el movimiento de la Luna no son cosa nueva en la teoría de este satélite. A fines del siglo XVIII las tablas del célebre astrónomo alemán Bürg daban con la mayor exactitud su posición en el cielo; más de pronto la Luna empezó á separarse de las tablas, acusando una desigualdad nueva, que alcanzaba unos 14″ en longitud al máximo, con un período de 185 años al parecer, lo que obligó á M. Bürg á introducir en sus tablas una ecuación de largo período dependiendo de un complicado argumento, en el que figuraban la longitud media de la Luna y su anomalía, el suplemento de la longitud del nodo ascendente de su órbita, así como la longitud y anomalía medias del Sol, en lo cual se demuestra la influencia de este astro. Además, la longitud media del nodo ascendente de la Luna que se consigna en las Tablas de Bürg difiere demasiado, en bastantes segundos, del que se deduce de las Tablas de Hansen, para que la diferencia pueda achacarse á error de observación de Delambre, Bürg, de Zach, y demás astrónomos de aquella época. Preferimos creer que tales discrepancias obedecen á perturbaciones imprevistas debidas á variaciones térmicas ó caloríficas de la energía solar.

Terminaremos nuestro trabajo casi con las mismas palabras qne empleó Delambre hace un siglo en su notabilísima obra de Astronomía, al finalizar el capítulo referente á la teoría de los movimientos de este astro:

Tal es nuestro estado de conocimientos en lo que se refiere á la teoría de la Luna. Con un centenar de ecuaciones de perturbación fijamos las coordenadas de este astro en longitud y latitud, con unos pocos segundos de incertidumbre ó de error. Los astrónomos futuros quizás logren aclarar estas dudas, más indudablemente verán surgir otras nuevas; pues la teoría de la Luna es un tema que no se agotará jamás.

PRESENTED
7 MAY. 1902

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 16

ESTUDIO Y APLICACIONES INDUSTRIALES
DE LOS GASES COMBUSTIBLES

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

D. CONRADO SINTAS Y ORFILA

Publicada en junio de 1902

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 16

ESTUDIO Y APLICACIONES INDUSTRIALES
DE LOS GASES COMBUSTIBLES

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

D. CONRADO SINTAS Y ORFILA

Publicada en junio de 1902

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

ESTUDIO Y APLICACIONES INDUSTRIALES
DE LOS GASES COMBUSTIBLES

por el Académico numerario
D. Conrado Sintas y Orfila

Sesión del 27 febrero de 1902.

Siempre he creído difícil presentar un trabajo, que si bien llene un deber reglamentario, sea digno de vuestra atención, pues representa en mí un gran esfuerzo dadas mis dolencias y el gran número de horas absorbidas por el cargo que desempeño; sin embargo, lo cumplo resignado, sin otro mérito que el de la laboriosidad y buen deseo, lamentando solamente que no lo haré con la desenvoltura en formular las ideas y conceptos, ni de una manera notable por lo ordenado del plan, ni la claridad de la exposición, ni la sencillez del estilo, ni con la corrección y riqueza de lenguaje con que vosotros teneis la costumbre de presentarlos. El no ser literato y estar poco acostumbrado á esta clase de trabajos me hace abrigar el temor de desempeñar mal el cometido que me habeis encargado; no obstante, para aligerarme esta pena he elegido un tema de actualidad «Estudio y aplicaciones industriales de los gases combustibles» á fin de que, si mis palabras no satisfacen vuestro espíritu, á lo menos el tema elegido mueva vuestra curiosidad.

Muchos son los gases que pueden llamarse combustibles, puesto que son bastantes los que al combinarse con el oxígeno desprenden calor y luz, pero tratándose de utilizar este calor ó luz producido, quedan reducidos á muy pocos. Las condiciones que debe reunir un gas para poder ser útil como combustible ó como luz, son que arda fácilmente en el aire, produciendo, por el acto de la combustión, un calor ó luz suficiente, que sea abundante y resulte á bajo precio y que el gas combustible y los productos de la combustión no dañen ni perjudiquen la respiración ni á los cuerpos que han de recibir el calor ó luz. Estas condiciones en general las llenan sólo los gases en los que el carbono y el hidrógeno forman la parte principal de su composición.

Conocidos son desde muchos años los gases combustibles cuyas aplicaciones vamos á estudiar. Puede decirse que son contemporáneos el conocimiento del gas procedente de la destilación de las hullas, esquistos, bojeads, etc., y el gas de agua: más tarde por sus aplicaciones han sido conocidos el gas Siemens, el gas de agua carburado y el gas mixto.

En 1881, Williams Siemens, ingeniero inglés, previno que en época no lejana los combustibles gaseosos serían de un empleo práctico y económico en las indus-

trias. Según el expresado sabio, el problema lo consideraba reducido á la distribución de dos gases, estableciendo doble conducción, una para el alumbrado y otra para la calefacción, radicando ambas producciones en la misma fábrica, esto es, empleando para el alumbrado el gas más rico producido en las primeras horas de la destilación de la hulla y á la calefacción el que destila después hasta al final que continúa siendo más pobre en intensidad luminosa.

La profecía de Siemens ha resultado exacta, pero no por el camino por él indicado. En los últimos años transcurridos, la división de gas para el alumbrado y para la calefacción ha perdido importancia, pues se han reducido rápidamente todas las aplicaciones de ambos á una sola producción de gas, que es el de calefacción, debido esto á la aplicación de la incandescencia, ó, lo que es lo mismo, á la transformación de la energía calorífica en luminosa.

Los fabricantes de gas de hulla, dirigieron sus investigaciones á obtener economías, de modo que los adelantos que se han observado se reducen á sustituir la mano de obra por medios mecánicos y á perfeccionar los hornos á fin de reducir el consumo de una parte del cok que se obtiene en la misma fabricación. Estas transformaciones han dado economías en los gastos de producción, pero se han conservado los que ocasionan las primeras materias, esto es, la fabricación en su esencia se ha conservado sin variación. La economía de las primeras materias en esta fabricación, es de suma importancia y ésta aumenta á medida que los combustibles son más escasos y su precio se eleva por el mayor consumo, de modo que los esfuerzos hoy se dirigen á obtener de un kilogramo de carbón el mayor rendimiento posible, utilizando su poder calorífico sin atender, como se hacía antes, principalmente al luminoso, medio que ha dado lugar á la aplicación del gas de agua, carburándolo y mezclándolo con el de hulla.

El descubrimiento del gas de agua en 1770, es debido al célebre físico italiano Felix Fontana, nacido en el distrito Roveredo en 15 de abril de 1730, el cual murió en Florencia en 11 de enero de 1805.

Entre las obras de Fontana, las que le han creado una reputación imperecedera, son las que tratan del gas de agua.

En el curso de sus experiencias observó que haciendo pasar un chorro de vapor de agua al través de una columna de carbón encendido, se descomponía, produciéndose un gas inflamable. Después, según las experiencias de Cavendish, el expresado gas fué reconocido como una mezcla de hidrógeno y óxido de carbono.

La fabricación del gas de agua es tan sencilla que sorprende no se haya practicado con más aceptación que el gas de hulla, cuya obtención ha sido siempre más complicada. El motivo que explica el retardo de la aplicación del gas de agua, es que quedó mucho tiempo ignorado el medio práctico de calentar económicamente el carbón que servía para la fabricación de dicho gas. Fué hasta el año 1837 que Faber Dufaur ideó algunos aparatos que Frederich y William Siemens perfeccionaron en 1860.

Los sistemas de fabricación de gas de agua se reducen á dos: en el primero el carbón se coloca en una retorta que se calienta exteriorménte hasta el rojo y cuando ha llegado á esta temperatura se hace pasar una corriente de vapor de agua al través del carbón incandescente, obteniéndose así el expresado gas. Por el poco rendimiento térmico causado por la dificultad de atravesar el calor las paredes de la retorta y lo difícil de llegar por este medio á la temperatura necesaria y sostenerla, este sistema ha sido abandonado para emplear exclusivamente el segundo, que comprende dos periodos diferentes: el primero que consiste en llevar á la incandescencia el carbón colocado en una cámara por una fuerte corriente de aire y una vez ha adquirido la temperatura necesaria, se interrumpe el aire y se inyecta vapor de agua, obteniendo como resultado final el gas de agua, teóricamente compuesto, en volumen de 50 por ciento de hidrógeno y 50 por ciento de óxido de carbono, y en peso de 93'33 por ciento de óxido de carbono por 6'67 por ciento de hidrógeno.

La densidad del gas de agua teórico á cero grados y setenta y seis centímetros de presión, es de 0'67; un metro cúbico de dicho gas exige para su combustión dos metros cúbicos de aire; la potencia calorífica del mismo es de 2.823 calorias por metro cúbico, que en la práctica se reducen á 2.500. El gas de hulla necesita para su combustión 8'50 metros^3 de aire: desarrolla unas 5.150 calorias y puede estimarse el calor de su llama de 1800 grados. La temperatura de combustión del gas de agua teórico, en el aire frío, es decir, la temperatura de los productos de la combustión, si todo el calor desarrollado es absorbido por estos productos, resulta ser de 2.030 grados. Haciendo una comparación análoga para el gas de aire teórico, esto es, el gas producido por los altos hornos, se halla que la temperatura de la combustión en el aire frío es de 1.500 grados.

Con el gas mixto, esto es, el gas de aire mezclado con un tercio aproximadamente de gas de agua, la temperatura de combustión, en las mismas condiciones se eleva á 1.724 grados; así pues de todos los gases industriales combustibles, es el de agua que produce, al quemar, la temperatura más elevada, debido á su gran capacidad calorífica y á la actividad de su combustión.

El gas de agua es muy aceptable para producir energía calorífica en todas las aplicaciones industriales; se emplea con ventaja para soldar, por su carácter reductor y por la poca cantidad de aire necesario á su combustión, lo que permite obtener rápidamente temperaturas elevadas, siendo un factor muy importante el empleo del mismo á fuertes presiones. El poder explosivo de dicho gas se utiliza en los motores; el rendimiento que produce es aproximadamente de 800 á 900 litros por caballo-hora según sea la potencia del motor; los productos de la esplosión no dan lugar en el cilindro á ningún depósito ni sustancias que entorpezcan el movimiento de las válvulas.

La formación teórica del gas de agua se explica por la fórmula $C + H^2O = CO + H^2$, es decir, que 12 kilogramos de carbono más 18 de vapor de agua, deben producir 30 kilogramos de gas de agua, pero, haciendo pasar por el

carbón incandescente el vapor de agua, éste quita calor al carbón, entonces la temperatura disminuye y la reacción cambia.

Es completamente sabido que el número de calorias desarrollado por la oxidación de los cuerpos, cuyas sustancias una vez saturadas de oxígeno, necesitan una fuerza equivalente á sus respectivas calorias para dejarse descomponer, lo cual significa que los movimientos atómicos están sujetos á la ley general de la unidad, equivalencia y transformación de fuerzas.

De los estudios verificados por Harris bajo los auspicios del Dr. Bunte, acerca la descomposición del vapor de agua por el carbón incandescente á diferentes temperaturas, resulta que disminuyéndose la del carbón, la descomposición se opera de una manera menos perfecta y se obtiene un gas menos rico en óxido de carbono y más en ácido carbónico. Los resultados obtenidos por Harris en sus experiencias, son que á 670 grados se obtienen 65'2 hidrógeno; 4'9 óxido de carbono; 29'8 ácido carbónico y del vapor de agua introducido solo se descomponen 8'8 por ciento; pero á medida que la temperatura aumenta disminuye el hidrógeno, aumenta el óxido de carbono, disminuye el ácido carbónico y aumenta la proporción de vapor de agua descompuesto, de modo que al llegar la temperatura á 1.127 grados, se obtiene 50'9 hidrógeno, 48'5 óxido de carbono, 0'6 ácido carbónico, y 99'4 por ciento de vapor de agua descompuesto. Estos resultados demuestran que de 600 á 700 grados la reacción se aproxima según la fórmula $C + 2H^2O = CO^2 + 2H^2$ y solamente á la temperatura de unos 1.000 grados la descomposición es perfecta, descomponiéndose casi todo el vapor de agua y transformándose el ácido carbónico en óxido de carbono.

Si el generador pudiera mantenerse constantemente á la temperatura próxima á 1.000 grados, entonces todo iría bién; pero al acercarse el fin del periodo de la inyección de vapor de agua, esto es, al disminuirse la temperatura, la descomposición se hace imperfecta, aumentando el ácido carbónico y el vapor de agua sin descomponerse; además, el cok que se emplea generalmente para obtener el gas de agua, contiene algo de azufre, el cual, en contacto con el hidrógeno, forma ácido sulthídrico; una pequeña cantidad de óxido de carbono con el hierro, forma un compuesto llamado ferro-carbonil.

Los aparatos inventados para la producción del gas de agua son numerosos, pero todos ellos pueden clasificarse en dos categorías: corresponden á la primera, según ya hemos manifestado, aquellos en que el carbon es calentado aparte, y en la segunda, los que el carbón se lleva á la incandescencia en el mismo generador, mediante el consumo de una parte del mismo combustible. Los aparatos pertenecientes á la primera categoría, se han abandonado á causa de su poco rendimiento térmico. Los de la segunda categoría pueden subdividirse en dos clases: á la primera, pertenecen solamente los que producen gas de agua y á la segunda los que producen directamente el gas de agua carburado.

Entre los aparatos de la primera clase, los más usados son los de Strache y Dellwik-Fleischer.

Con el aparato Strache pueden emplearse todos los combustibles, aunque contengan sustancias volátiles, pues antes de producirse el gas de agua son convertidos en cok por medio del vapor recalentado y la combustion de una pequeña cantidad del gas de agua. Este aparato se compone de un generador, un regenerador y un recuperador. El generador tiene una abertura aproximadamente á la mitad de su altura que comunica por medio de válvulas con el regenerador y recuperador y también aberturas en la parte superior é inferior que por medio de válvulas sirven para la entrada de combustible, salida de cenizas, entradas de aire y vapor y salida de gas de agua. El movimiento está dispuesto de manera que el aire antes de entrar en el generador, que es cilíndrico y de bastante longitud, es calentado en el recuperador. Llegando á la temperatura conveniente el combustible que ocupa la mitad inferior del generador por medio de una corriente de aire caliente, en cuyo caso se forma óxido de carbono por el carbón de la parte superior de dicho generador, saliendo los productos por la abertura central que comunica con el regenerador donde queman y pasan por el recuperador antes de ser dirigidos á la chimenea; entonces se cierran las válvulas de comunicacion con el ventilador que impulsa el aire y con la chimenea, y se abren las de vapor y de salida del gas de agua. El vapor entra por la parte superior del generador, pasando antes por el regenerador, donde es recalentado; atraviesa toda la columna del combustible, arrastrando la parte volátil que queda en el mismo, transformándose ésta en hidrocarburos y el vapor en gas de agua. El aparato está dispuesto de manera que puede suprimirse el regenerador, en cuyo caso el gas de aire, en lugar de ser quemado, es recogido aparte para dedicarlo á otras operaciones.

En los pequeños aparatos Strache, el consumo de carbón por metro cúbico de gas, es de 800 á 1.000 gramos y en los de grandes dimensiones, dicho señor cree que llegará á reducir esta cantidad á 500 gramos.

La composición media del gas de agua obtenido con el aparato Strache, es la siguiente: hidrógeno 50; óxido de carbono 40; ácido carbónico 4; nitrógeno 5; ácido sulfhídrico 0'4; con trazas de oxígeno, metano (CH^4) y de ferro-carbonil.

El ácido sulfhídrico se separa empleando óxidos metálicos, exactamente igual á lo practicado con el gas de hulla y el ferro-carbonil por medio del ácido sulfúrico ó bien haciendo pasar el gas por tubos de hierro al rojo. Es preciso separar el ferro-carbonil, puesto que ésta sustancia inutiliza muy pronto los manguitos que sirven para la incandescencia.

En el alumbrado, Strache es partidario del empleo exclusivo del gas de agua no carburado, haciendo uso siempre de la incandescencia, puesto que quemado directamente dicho gas no dá luz por no contener hidrocarburos.

Como el gas de agua no tiene olor y el óxido de carbono está contenido en un cuarenta por ciento, presenta peligro de intoxicación, en el caso de escapes, por cuyo motivo se aconseja introducir en dicho gas sustancias volátiles como la mercaptona y como más económico la carbilamina del Dr. Jahoda.

El sistema más moderno de fabricar el gas de agua, es el de Dellwik y Fleischer, el cual, en muy corto periodo de tiempo ha tomado un gran desarrollo. El Ingeniero Carlos Dellwik, de Stockolmo, fijó la base de su procedimiento y el Doctor Fleischer es el que continuó los trabajos científicos. llegando al estado de perfección en que hoy se encuentra el expresado sistema.

El gas de agua producido según este sistema, es de composicion casi idéntica al gas obtenido por otros procedimientos análogos, la temperatura de combustion de la llama es aproximadamente la misma y por consiguiente el rendimiento luminoso con los manguitos incandescentes, resulta de la misma intensidad, puesto que ésta depende solamente de la temperatura de la llama. El profesor Vivian B. Lowes, de Londres, ha practicado varios análisis del gas de agua obtenido por este sistema, resultando aproximadamente la composición media que hemos dado anteriormente para el gas fabricado con el aparato Strache; lo cual dá á conocer que la composición del gas obtenido no depende del sistema empleado.

Dellwik y Fleischer producen el gas de agua sin obtener gas de aire, considerando que las calorias que quedan libres por la combustión de una molécula kilogramo de carbono, transformado en óxido de carbono, son 28 800 y que pueden obtenerse con la combustión de una molécula-kilogramo de carbono transformada en ácido carbónico hasta 96.000 calorias, por lo que han buscado el medio para que en el gasógeno de su invención se forme solo ácido carbónico reduciendo la altura del combustible y arreglando la presión del aire con el objeto de obtener la transformación completa del carbono en ácido carbónico. Por este medio se retienen en el generador mayor cantidad de calorias disponibles para el calentamiento del carbón y por lo tanto la invección del vapor es de mayor duración y mayor también la cantidad de gas de agua producido por kilogramo de carbón empleado.

El gasógeno Dellwich y Fleischer se compone de un generador de hierro revestido interiormente de ladrillos refractarios, provisto de una ó dos tolbas de carga, á fin de que la alimentación se haga alternativamente por dos lados y que la altura del combustible en el gasógeno no experimente variación con el objeto de evitar el cambio de velocidad de la corriente gaseosa usando el combustible dividido siempre en porciones aproximadamente iguales. Dicho generador comunica por la parte superior con una chimenea que lleva una válvula. Por la parte superior é inferior, comunica el generador, respectivamente, con dos tubos con válvulas, que sirven, unos para conducir el vapor de agua y los otros para dar salida al gas de agua; por la parte inferior, comunica con un tubo por la entrada de aire y una abertura con tapa que cierra herméticamente para dar salida á las cenizas y escorias formadas por la combuistión del carbón empleado, que generalmente es el cok.

Comparando el aparato Strache con el Dellwik, se reconoce que en éste se ha preferido concentrar todo el calor que puede obtenerse del combustible, dentro del generador, en lugar de obtener una parte de dicho calor en el generador

y completar la combustión de los gases en el regenerador y aprovechar el calor en el recuperador, como lo hace el Sr. Estrache, resultando que es preferible, bajo el punto de vista económico y de sencillez, el aparato Dellwich, y más cuando se llegue á aprovechar una parte del calor radiado por el generador.

Podemos deducir el rendimiento térmico que se obtiene con el gas de agua comparado con el gas procedente de la destilación de las hullas. El carbón que se emplea en las fábricas de gas ordinario, tiene la composición media: carbono, 80; hidrógeno, 5; oxígeno, 5; nitrógeno, 1'50; azufre, 1'50 y cenizas, 3. Obtendremos por el cálculo que la potencia calorífica de dicho combustible es de 8.000 calorias. Por la destilación de este carbón, se obtienen 34 p. °/₀ en volúmen de materias volátiles que después de la condensación y depuración resultan por ciento 12 en peso de gas, 68 á 70 de cok; 5 de alquitrán y el resto agua amoniacal.

El gas producido tiene una potencia calorífica de 12.500 calorias por kilogramo y por consiguiente se obtiene de un kilogramo de hulla $0'12 \times 12.500 = 1.500$ calorias del gas; corresponden al cok 5.000 y unas 540 al alquitrán resíduo de la destilación.

Para obtener las 1.500 calorías contenidas en el gas, es preciso hacer uso de los hornos que siendo modernos y bien construídos consumen 12 de cok por ciento en peso de hulla destilada, es decir, unas 840 calorías, de suerte que con la gasificación por los procedimientos actuales, se tiene un rendimiento térmico de

$$\frac{1.500}{(8.000+840)-(5.000+540)} = 0'45$$

La pérdida considerable que resulta, se explica por el calor absorbido por las materias que después se condensan y pricipalmente por la dificultad de transmisión del calor al través de las paredes poco conductoras de las retortas, dificultad que según Lencauche, el rendimiento térmico antes obtenido, puede bajar aún de 7 á 8 por ciento en los hornos mal construídos.

Con el gas de agua, las pérdidas son insignificantes, puesto que el calor se comunica directamente á la materia primera, siendo al propio tiempo el trabajo y el capital invertidos mucho menores, comparados con los de la destilación de las hullas.

Dellwik obtiene de un kilogramo de cok de 6.900 calorías, 2'10 m^3 de gas de agua de 2.500 calorías el m^3, resultando un rendimiento térmico de

$$\frac{2'10 \times 2.500}{6.900} = 0'76$$

El elevado rendimiento térmico del gas de agua que acabamos de obtener, dá á conocer que los generadores de dicho gas no son susceptibles de nuevos perfeccionamientos bajo el punto de vista del efecto útil y que las modificaciones

que pueden recibir deben ser dirigidas exclusivamente á la construcción; de modo que la fabricación del gas de agua por los sistemas actuales, es una de las industrias que más aprovechan las materias primeras.

Que se estableza un aparato para producir gas de agua en una fábrica de gas de hulla, nos parece una medida la más racional y económica, á causa de las inmensas ventajas que debe producir.

La mayor rapidez de la producción del gas de agua con respecto al de hulla, que necesita por lo menos triple tiempo, comparado con el primero, es de extraordinaria utilidad en muchos casos. A esta ventaja, se añaden otras no menos importantes: una instalación de gas de agua por una producción igual, costará menos de la mitad, comparada con la de gas ordinario y el espacio que exige es mucho menor.

A los fabricantes de gas de hulla, que á buen precio no hallan salida al cok que producen, les es muy beneficioso mezclar el gas ordinario con el de agua, lo cual les permite equilibrar el mercado y obtener buena venta del cok, fabricando y consumiendo la cantidad conveniente de este combustible que constituye la primera materia para obtener el gas de agua.

El empleo del gas de agua carburado, permite hacer variar en pocos momentos la intensidad luminosa del gas de hulla y de no consumir el cannel y boghead cuando el precio de estas sustancias sea demasiado alto ó en desproporción con las otras materias carburantes que se emplean para dar intensidad luminosa al gas de agua.

Otra de las ventajas que presenta el gas de agua, es la economía en la mano de obra á causa del trabajo fácil, ligero y sencillo que deben hacer los obreros.

Para producir 35.000 m^3 de gas de agua en 24 horas, son necesarios todo lo más de 6 á 7 obreros, atendiendo que solo para el servicio de hornos y movimiento del cok y hulla para producir la misma cantidad de gas ordinario, aunque sea con hornos de retortas inclinadas y con transportes mecánicos de hulla y cok, son precisos á lo menos 15 obreros.

Después de haber enumerado algunas de las muchas ventajas que reune el gas de agua, debemos manifestar que tiene un inconveniente, que ha sido quizá exagerado durante mucho tiempo, pero que no deja de ser importante, bajo el punto de vista higiénico, debido á la gran cantidad de óxido de carbono que contiene.

No pudiendo dar aquí nuestra opinión particular acerca el grado tóxico del gas de agua, puesto que ésta debe fundarse principalmente en hechos, resultado de experiencias que no hemos practicado, daremos á conocer la del profesor Vivian B. Lewer, de Londres, copiando la conclusión del dictamen que emitió al ser consultado por la Municipalidad de Birkenhead acerca los inconvenientes de la aplicación del gas de agua carburado y mezclado con el de hulla para ser distribuido en dicha población; dichas conclusiones son: «1.° No hay ningún inconveniente de distribuir en una ciudad mezcla de gas de carbón de hulla ó de cannel

y de gas de agua carburado, con tal que el óxido de carbono contenido en la mezcla no sea superior á 17 por ciento, por lo que, según el exámen practicado de diferentes gases, puede fijarse el límite de 50 por ciento de gas de agua con 50 por ciento de gas de hulla, y 2.° que las mezclas que contengan 50 por ciento ó menos de gas de agua carburado, tienen prácticamente el mismo valor que el gas de cannel y de hulla, pero que para el alumbrado por incandescencia y para la calefacción son superiores.»

El gas de agua no dá luz como el ordidario cuando es quemado en mechero sin manguito, y, para salvar este inconveniente, se carbura en los mismos aparatos de producción ó bien separadamente después de haberlo obtenido. La carburación se efectúa generalmente empleando los benzoles y en algunos casos se utilizan los petróleos y las naftas.

Los fabricantes de gas de hulla, tienen la ventaja de poder carburar en parte el gas de agua, dirigiéndolo á las retortas de destilación ó bien en el barrilete en donde el gas de agua absorbe una gran parte de las materias volátiles que acompañan el alquitrán; y seguramente el rendimiento sería mucho mayor si el gas de hulla, al salir de la retorta mezclado con el de agua, antes de ser dirigido al barrilete, se hiciera pasar por una segunda retorta, en la cual se hubiese terminado la destilación, esto es, después de haber obtenido el gas.

Se conoce con el nombre de gas pobre el que sale de los altos hornos y también se dá este nombre el que se produce de una manera contínua en gasógenos parecidos á los que sirven para obtener el gas de agua; el primero está compuesto principalmente de nitrógeno y óxido de carbono, con un poder medio calorífico de 981 calorias y un consumo de tres metros cúbicos caballo-hora, en los motores modernos; el segundo, que recibe con más propiedad el nombre de gas mixto, está compuesto principalmente de nitrógeno, óxido de carbono é hidrógeno, tiene aproximadamente 1.250 calorias y por caballo-hora se necesitan 1'20 m^3 según sea la potencia del motor. Son en gran número los constructores de gasógenos, pero todos los fabrican bajo los mismos principios, esto es, un generador con caja á doble cerradura en la parte superior para la introducción de combustible; una caldera de vapor con inyector para introducir aire y vapor al través del combustible incandescente, enfriadores y purificadores del gas y gasómetro. Los aparatos de esta clase solo se diferencian en detalles que tienden á facilitar y mejorar la producción y consumir toda clase de combustibles. Los gasómetros de los gasógenos llegan á reducirse en dimensiones, de manera que sirven solo de regulador y en algunos sistemas, como son los de Bénier y Taylor, se suprimen por completo; el motor absorbe el gas que se produce á consecuencia de la misma absorción. Otto construye gasógenos con su motor, suprimiendo el gasómetro y el generador de vapor, llamados por la casa constructora sistema por aspiración sin caldera y sin gasómetro.

La composición del gas que resulta en volúmen, es de 20 de hidrógeno, 30 de óxido de carbono y 50 de gas inerte, compuesto principalmente de nitrógeno.

Para la producción de este gas, conviene principalmente que el aire y vapor se empleen á la temperatura más alta posible y que la masa de combustible incandescente se mantenga constantemente compacta, sin que llegue á fundirse.

El gas mixto permite realizar una economía de combustible, transformándose en energía mecánica. El consumo, es, en efecto, de 400 á 600 gramos de carbón por caballo-hora efectivo.

Los gasógenos perfeccionados tienen aparatos que permiten al jefe de la fábrica determinar y asegurarse siempre de la producción del gas y conocer que el combustible es empleado de la manera más apropiada. La antracita y las hullas secas son los mejores combustibles para la obtención del gas mixto. Este gas fué obtenido en Barcelona, durante los años 1862 al 65, por el Doctor Arbós. Se instalaron fábricas de este gas en Badalona, Villafranca y San Andrés de Palomar, carburando el gas para el servicio de alumbrado, apesar de que el Doctor Arbós manifestó que la principal aplicación sería para la calefacción y fuerza.

Solo en el tratado teórico y práctico de motores de gas, escrito por A. Witz, hemos hallado la descripción del aparato que había servido al Doctor Arbós para la fabricación del gas mixto y hemos podido comprobar lo que manifiesta el expresado autor por la descripción que nos ha hecho el fabricante de contadores de gas de esta capital, D. Federico Ciervo, por haber construído, en aquella fecha, bajo la dirección del expresado doctor, los aparatos que sirvieron de base para sus experiencias y los de aplicación de las mismas.

El gasógeno construído por el Doctor Arbós estaba formado de un cilindro de plancha, cubierta interiormente de ladrillos refractarios, con una envolvente metálica exterior cerrada desde la mitad de su altura que permitía la producción del vapor de agua por el calor radiado del mismo aparato; dicho vapor era dirigido debajo de la rejilla del hogar, entrando además el aire por medio de un fuelle, de manera que en el cenicero se mezclaban, antes de entrar en el hogar, el aire y el vapor. El gas producido debía ser aproximadamente de la misma composición que el obtenido con los gasógenos modernos.

El precio del metro cúbico de gas mixto resulta sumamente bajo, pudiendo asegurar que la fuerza motriz producida por gasógeno, es menor de la mitad comparada con la que se obtiene con la mejor máquina de vapor; ademas, prescindiendo del precio, resultan otras ventajas, debidas al perfeccionamiento teórico y práctico de los motores de gas. El combustible produce gas que puede utilizarse en los motores inmediatamente; en las máquinas debe llegarse á cierta presión para empezar el trabajo. El gasógeno permite acumular una cantidad de energía que puede consumirse cuando sea necesario sin trabajo previo y en tiempo muy corto; con la máquina de vapor, la suspensión de trabajo produce una pérdida continuada. Un gasógeno puede establecerse en sitios que haya poca agua, aunque ésta sea de malas condiciones para alimentar calderas de vapor; desaparece el peligro de explosión, el humo y las dificultades del condensador,

bombas de aire y de alimentación, etc., etc., órganos que consumen todos bastante energía.

Los motores de gas deben limpiarse con frecuencia; el cilindro y aros de los pistones son corroídos, y por lo tanto, de poca duración si el gas empleado no es purificado del polvo que arrastra del generador y de los sulfuros que provienen del azufre contenido en los combustibles empleados.

Ayrton ha dicho que un motor alimentado de gas ordinario se halla en las mismas condiciones que un motor eléctrico servido por pilas, y afirma que dentro pocos años, en muchas industrias, las calderas de vapor habrán sido sustituídas por gasógenos, y Bramwell, célebre ingeniero inglés, dice que dentro de cincuenta años las máquinas de vapor no se verán más que en los museos; consideramos muy razonada la profecía de dicho señor, pero es fácil que sea en un periodo mayor del indicado, el cual dependerá, entre otras causas, del precio de los combustibles.

Los motores de gas se construyen hoy con una sencillez estrema, de modo que llegan á quedar reducidos á un cilindro con cubierta y recámara con válvulas, un pistón con su manivela, árbol volante y regulador, con los accesorios para abrir y cerrar las válvulas de admisión y expulsión.

Es evidente que los perfeccionamientos introducidos en la construcción de estos aparatos han debido corresponder á los conocimientos de los fenómenos que concurren en los mismos.

La mayoría de constructores han adoptado el ciclo á cuatro tiempos con uno, dos ó cuatro cilindros, de modo que las explosiones se verifiquen á distancias iguales del ciclo, disponiendo distinta admisión de gas y de aire, según sea el esfuerzo ó energía que se exija al motor, llegando en ciertos casos, cuando el motor se descarga, á hacer la admisión solo de aire.

A fin de disminuir las dimensiones de los motores, la mezcla de aire y de gas, antes de la explosión, recibe mayor presión á medida que el gas es más pobre.

Los motores de gas pueden consumir varios líquidos volátiles, como son las gasolinas, petróleos, alcohol ordinario, naftas, etc., etc., pero estos líquidos se reducen á vapor antes ó después de estar mezclados con el aire.

Son muy conocidos los gasógenos Deutz, Dowson, Kærting, Pierson, Fichet y Curtey y otros; algunos de estos sistemas están establecidos en Barcelona y podemos asegurar que en su marcha, contando el total del material consumido por el gasógeno y motor, no pasa de tres á tres y medio céntimos de peseta caballo efectivo hora.

Es un hecho evidente que con gases de mil calorias el metro cúbico, marchan con la mayor regularidad motores de mil y más caballos de fuerza; así es que el motor de gas se abre paso en todas las aplicaciones industriales y le ayudan en su empresa la elevación del precio de los carbones, su rendimiento térmico y el poder utilizar combustibles de inferior calidad.

La economía de la fuerza motriz obtenida por los gasógenos es mayor cuando se aprovechan los compuestos amoniacales que acompañan á los gases producidos por ciertos combustibles; resultaría mayor la economía el día que fuese un hecho la obtención de los cianuros, tomando por base los gases de gasógeno, que en la fabricación de la anhídrida carbónica ó ácido carbónico líquido se aproveche el calor perdido ó se combine con la producción del gas de agua y también si resulta cierto que el aparato extractor del Doctor Mazza, como indica su autor, separa simplemente por la fuerza centrífuga y con un gasto de poca importancia, los gases de distinta densidad, especialmente cuando la diferencia es notable, como sucede con el hidrógeno, óxido de carbono y nitrógeno, de modo que por este medio, puramente mecánico, podría obtenerse el hidrógeno casi puro, aplicando el óxido de carbono como combustible para producir vapor, recalentarlo y calentar el aire para el servicio del gasógeno. Por estos caminos será fácil llegar á que la energía sea de carácter secundario en la fabricación de algunos productos, como lo es el gas pobre en la industria del hierro en los altos hornos, tanto más pudiendo transportar dicha energía en los sitios donde sea necesaria, por medio de corrientes eléctricas.

PRESENTED
30 JUN. 1902

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 17

LA PESCA

POR EL ACADÉMICO

SR. D. JOAQUÍN DE BORJA Y GOYENECHE

Publicada en junio de 1902

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 17

LA PESCA

POR EL ACADÉMICO

SR. D. JOAQUÍN DE BORJA Y GOYENECHE

Publicada en junio de 1902

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

LA PESCA

por el Académico

Sr. D. Joaquín de Borja y Goyeneche

Trabajo leído el día 20 de abril de 1902 en el acto de su recepción pública

---

Excelentísimos Señores:

Señores:

Si al tener la grande honra de presentarme en esta Cátedra, pudiese ostentar el *Perfundet omnia luce* de los catedráticos, seguramente no os causaría extrañeza, puesto que á esto estais acostumbrados; pero hacerlo amparado solamente por el modesto título de oficial de Marina significa, mucha, muchísima benevolencia por parte de los señores Académicos, y muchisima osadía por parte mía.

La benevolencia de los señores Académicos es la lógica consecuencia de su respetabilísima altura científica; y es natural; mientras más sabios, más comprendéis que por muy grande que sea la diferencia de aptitudes científicas que haya entre Vuestras Señorías y el más ignorante de los hombres, siempre es infinitamente menor que la que existe entre Vuestras Señorías y la Sabiduría infinita, orígen de toda ciencia y de todo saber.

Respecto á la osadía que yo manifiesto al tener tan inmerecida honra, tiene su explicación en la característica de buena voluntad que suele ser inherente, de modo bastante marcado, en todos los que hemos recibido educación marítima, es decir á flote.

Esto sentado, paso á ocuparme de una de las más vetustas industrias de la humanidad: La Pesca.

Al amparo de esta industria, tan universal como primitiva y tan noble como beneficiosa, subsistieron gran número de los primeros hombres, aún antes de reunirse en sociedad; con ella vivieron y aún viven multitud de tribus esparcidas por la tierra, y de los beneficios de esta iudustria participa desde la suculenta mesa de los reyes y magnates, hasta el miserable pordiosero; con ella se han creado y se crean cuantiosos capitales, se construyen palacios y se fundan ó desarrollan ciudades florecientes, como hoy acontece con Vigo que, dando vida á poderosas compañías mercantiles é industriales, ha determinado activísimo comercio, para el que no bastan ya las vías férreas existentes, ni las empresas de navegación que frecuentan su Ría.

La Pesca, contemporánea de la caza, predecesoras ambas de la Agricultura é inventada desde la antigüedad más remota, fué ejercida por los celtíberos que

habitaban la parte meridional de la Bética y que quizás fueron los Euskaros ólberos, hoy vascongados que, muchos creen ser la raza aborígene de la Península.

Chao, en una obra sobre los Vascos dice que aquéllos procedieron de Oriente, habiendo pasado desde el Africa á España por el Estrecho de Gibraltar; el abate Herbas en su Catálogo de las lenguas asigna al Vascuence su universalidad en nuestra Península, probándolo con la etimología de muchos nombres de lugares de la misma, y Bullet en sus *Mémoires sur la langue celtique*, también explica el orígen céltico de muchas ciudades vecinas al Betis, pudiéndose por estos hechos considerar celtíberos á los habitantes de las orillas de este río.

Plinio y Ptholomeo denominaron á estos mismos pueblos Bético-célticos y de ellos quizás procedieran aquellos escafarios y lintrarios del Betis, marineros ó pescadores que tomaron estos nombres de los barcos que tripulaban, ó también quizás, procedieran de otras ciudades existentes en aquella época y que debido á grandes trastornos geológicos, es posible se encuentren hoy sumergidas en las aguas del Oceano, como aconteció con Bessippo, cerca de Torre de Meca, Bœlo en el Estrecho de Gibraltar y Carteya en la bahía de Algeciras.

Tan célebres fueron las antiguas pesquerías de atunes del Golfo de Cádiz que nada tuvieron que envidiar á las del Cuerno de Oro de Bisancio; así llamadas por la enorme cantidad de oro que aquellas pesquerías situadas entre Gálata y Constantinopla producían, á lo cual aluden, según el Padre Banduri, las monedas Bizantinas, de aquella época, en las que se encuentran grabados los tipos del atún y de otros peces.

El sábio y erudito benedictino Sarmiento dice, en el párrafo ciento treinta de su célebre disertación manuscrita que, «siendo notoria la pesca de los atunes en »los dominios de Cádiz, ha sido oportuno que los gaditanos acuñasen atunes en »sus monedas como símbolo de esa pesquería y del gran comercio y lucro que »hacían de aquel pescado».

En época menos remota florecieron las industrias pesqueras en el Norte de España, dando lugar al desarrollo y crecimiento de Bermeo, Castro-Urdiales, Laredo, Santander y otros puntos, debido á la abundante pesca de las ballenas que por entonces frecuentaban el litoral Cantábrico.

La pesca en el Banco de Terranova tomó en aquella época, notable incremento al amparo del cual aumentó particularmente la prosperidad de la región cántabra.

De manera que podemos afirmar, sin riesgo de equivocarnos, que las industrias pesqueras han sido en nuestra Península abundante manantial de riquezas desde los tiempos más remotos.

Esto no obstante, no siempre han sido bienandanzas en estas industrias; también han tenido sus épocas de escacezes y miserias, debidas, unas veces á indiferencia general, á restricciones inconducentes, á falta de medios de comunicación con las poblaciones del interior y por último, á causas desconocidas que han perturbado hondamente la producción de nuestros mares litorales y entre las cuales

pudiera figurar, en determinadas circunstaucias, la acción abusiva del hombre.

Todas estas causas que quedan enunciadas, unidas á las condiciones generales de las industrias derivadas de la pesca, han sido siempre el semillero de hondos disgustos; debido á que, establecido el criterio de generalidad para todo lo referente á la pesca industrial, se han dictado leyes que, en la mayor parte de los casos, han resultado ineficaces por imposibilidad de aplicarlas, pues lo que en unos trozos de costa resulta hacedero y fácil, en otros resulta de ejecución dificultosa ó imposible.

En tanto no sean perfectamente conocidas las condiciones biológicas de los peces que son principal objeto de comercio, y sea necesario apoyarse en apreciaciones empíricas, que con frecuencia se contradicen; se hace necesario que, en vez de dictar leyes, se establezcan reglamentos parciales en los que, dada la índole de los habitantes de las poblaciones de la costa, la mayor abundancia de población y el conocimiento que se tenga de las especies más frecuentes en las aguas de cada localidad, se establezcan, siempre con carácter transitorio, las reglas más conducentes para el buen ejercicio de esta industria, cuyas reglas tendrán que sufrir variación, según sea la producción de las aguas más ó menos abundante, según sean las exigencias del consumo en fresco de los mercados y según lo pidan las necesidades industriales y comerciales de cada localidad.

En la actualidad, la comarca que más interés despierta en los asuntos de pesca industrial es, sin duda alguna, la provincia de Pontevedra, pues tiene en sus rías, conocidas generalmente con el nombre de Rías Bajas, tal semillero de riqueza, que aquellos habitantes lo estiman como más fructífero que las minas de Río Tinto.

Dos grandes bandos dividen, no ya á los pescadores sino á la población entera de aquellas costas; á saber, Jeiteros y Traineros, es decir, los partidarios del Jeito ó Xeito, como arte de pesca para capturar la sardina, y los partidarios de la Trainera con el aparejo llamado *Cerco de Jareta* ó *Copo,* impropiamente llamado *Traiña*, y digo impropiamente, porque la Traiña muy en uso en otras rías, es aparejo sobradamente conocido y que sólo tiene de común con el cerco de jareta en que, tanto una red como otra encierran la sardina.

Para la mejor exposición y mayor claridad de esta cuestión tan debatida, permitidme, señores Académicos, que os recuerde lo que son los dos citados aparejos en litigio, describiéndolos muy ligeramente, á fin de no cansar vuestra atención con detalles que no conducen al esclarecimiento del problema que se ventila.

Es el *Jeito* ó *Xeito* de las costas de Galicia, lo mismo que el sardinal de las costas de Levante; es un rectángulo ó gran cortina de red que tiene graduados los corchos de la relinga superior y los plomos de la inferior de tal modo que, una vez sumergida la red queda colocada verticalmente; en esta posición se sitúa la red, próximamente en dirección Norte-Sur, y la sardina que, en los crepúsculos, camina en dirección de la luz que se vá ó de la luz que viene, encuentra brusca-

mente esta cortina de red, mete su cabeza en la malla y por efecto de la velocidad que lleva, queda allí aprisionada una vez que la malla rebasó el preopérculo ó sea la agalla, pues el mayor diámetro del centro del cuerpo no la deja ir hacia adelante y el movimiento natural del preopérculo no le permite retroceder, quedando en esta situación, luchando en vano por desasirse, hasta que se levanta la red y violentamente se la saca, quedando, como es consiguiente, marcado un surco sanguinolento por encima de la región escapular, surco que, bajo el punto de vista industrial, es importante causa de demérito, sobre todo para la elaboración de conservas finas.

A mediados de la pasada centuria, las dimensiones de estas redes eran unas 210 brazas de largo por 3 ó 4 de ancho y en la actualidad tienen unas 300 brazas de largo por 6 ú 8 de ancho, cuya diferencia en altura es debida á haber aumentado desde 150 mallas que tenían de peralto las redes de aquella época, á 400 ó 500 que tienen en la actualidad.

Esta red, de coste relativamente bajo, requiere para su manejo más paciencia que actividad y más perseverancia y resistencia física para la intemperie que trabajo violento, por lo cual se aviene con el carácter perseverante de aquellos naturales.

Además, según las condiciones de estación y tiempos reinantes, es un arte que pueden servirse de él lo mismo los ancianos valetudinarios que los muchachos jóvenes; por consiguiente, es el arte primero que vé el niño cuando, en la barca de su padre, pisa por primera vez las tablas, y es también el arte último con el que, el pescador viejo, se gana el sustento, habiendo sido su compañero tradicional é inseparable durante la mayor parte de la vida.

El *cerco de jareta*, muy conocido en la costa de Cantabria y bastante usado en algunas de las rías altas de Galicia, es una red pequeña si se la compara con la gran extensión que abarca el *jeito;* tiene generalmente unos 100 metros de longitud y su altura máxima oscila entre 18 y 24 metros en el centro, viniendo en disminución hacia los extremos formando una curva muy pronunciada, de manera que viene á formar tres lados de un rectángulo con una base extremadamente curva.

En esta red predomina grandemente el efecto de los corchos colocados en la relinga superior, á fin de dar á ésta tal fuerza ascensional que sostiene completamente la red, quedando esta relinga siempre flotante en la superficie.

Pendientes de la relinga de la base, y distantes unas de otras medio metro, van colocadas unas anillas unidas á ella por medio de trozos de cabo delgado, por el interior de las cuales pasan dos cabos que tienen un extremo firme á la relinga alta y el otro va á parar á la embarcación que la maneja, constituyendo así, estos cabos y las anillas, la jareta que le da nombre á la red.

La malla de esta red es pequeña, pero graduada de tal modo que, ha de ser lo suficientemente pequeña para que por ella no se escape la sardina y lo suficientemente grande para que no ofrezca resistencia al paso del agua.

El manejo de esta red es totalmente diferente del jeito. Asi como en este arte, una vez calado, hay que esperar tranquilamente que la sardina se enmalle, en el *cerco de jareta* hay que ir á buscar el cardúmen de sardina donde quiera que aparezca, atraerlo por medio de la Raba, ó sea la carnada que se prepara con las huevas de bacalao *(Gadus morrhua)* juntarlo cerca de la embarcación y entretenerlo en esta situación el tiempo suficiente para que la embarcación le rodée con la red, y una vez rodeado se proceda á halar vigorosamente de los cabos de la jareta, que cerrándose, hacen formar á la red, á manera de un bolso por debajo del cardúmen, ya rodeado por ella, é impide que la sardina se escape por debajo.

Asi como el manejo del *jeito* requiere en aquellas costas embarcaciones que puedan soportar con relativa facilidad los vientos frescos y las mareas gordas, por cuyo motivo son embarcaciones robustas; la trainera es, por el contrario, la embarcación de trabajo más lijera que puede imaginarse; estando en ella sacrificado todo á obtener esta condición saliente, lo cual hace que, siendo largas y rasas, embarquen agua por sus bordas con suma facilidad, aún estando descargadas, y sean impropias para soportar los malos tiempos, y sobre todo, las mares gordas que con tanta facilidad soportan las embarcaciones de jeito.

Además, las embarcaciones de jeito pueden soportar y soportan una cantidad de vela que les permite tener siempre la embarcación marinera y alejarse de la costa cuanta distancia conviene á sus propósitos, y en cambio las traineras, por ser descubiertas, han de fiar su salvación en los remos, teniendo sólo un pequeño aparejo ó vela de reducidas dimensiones que no les permite barloventear sino únicamente navegar á un largo.

Con embarcaciones de esta índole se comprende que, los jeiteros tiendan á alejar de la costa á las traineras; porque mientras más lejos estén éstas, más expuestas se hallan á los malos tiempos y más incapacitadas para poder trabajar; en cambio los traineros han de tender á que sus embarcaciones no se alejen de la costa, para no exponerlas á desgracias seguras como con harta frecuencia sucede en la costa de Cantabria; pretensión bien justificada por cierto, porque la embarcación de jeito se encuentra con toda seguridad y puede maniobrar con todo desembarazo en casos y circunstancias en las que la trainera puede considerarse perdida.

A este razonamiento tan lógico, se opone principalmente la cantidad de producción de estos dos artes; entendiendo, para mayor claridad de este razonamiento, que el arte lo constituye el conjunto de red, embarcación y tripulantes, así como también la calidad de la sardina capturada.

Tendido el jeito en la mar, antes de la apuesta del sol, espera el pescador pacientemente á que la sardina venga y enmalle; cuando lo considera conveniente levanta la red, desenmalla la sardina una á una y las arroja al fondo de la embarcación; y después de esta penosa faena dispone sus redes para tenderlas de nuevo antes de salir el sol y hacer el lance de alba; por consiguiente, toda la sardina del primer lance tiene cerca de doce horas y aún á veces más, de capturada, cuando la embarcación llega al muelle de vuelta de su expedición.

Ciertamente que, cuando la sardina se presenta acosada por sus enemigos naturales y el cardúmen es grande, llegan á enmallarse en los jeitos en tal cantidad, que se han dado casos de perderse las redes por no poderlas levar á causa del enorme peso de la sardina enmallada; pero esto sucede ó ha sucedido muy raras veces, siendo lo ordinario que estas redes, á pesar de las grandes dimensiones que hoy han adquirido, sean fácilmente manejables.

Cuando la trainera trabaja en buenas condiciones, es decir, cuando no se aleja de la costa y la sardina obedece á su voracidad habitual, fácilmente acude á la raba en cantidades fabulosas, atraída más bien por el sentido del olfato que por el de la vista, siendo generalmente ilusoria la cantidad de sustancias ingerida por ellas; y se comprende que así debe suceder, pues para los miles de millones de sardinas que forman un cardúmen, no representa nada un cuarto de arroba de raba que pueda emplearse en un lance.

Una vez atraída la sardina por medio de la raba, es neeesario mantenerla junta para dar tiempo á tender la red, lo cual se consigue arrojando al agua grandes puñados de salvado fino ó bien de harina cacahuet, con lo cual, se enturbia ligeramente la superficie del agua y se evita el que la sardina rápidamente se escape, pues debido á su condición asustadiza cualquier cosa, aun la más insignificante, la hace huir.

Envuelto el cardúmen y cerrada la jareta, en cuyas operaciones se tarda menos de diez minutos, se recoje rápidamente la red y se embarca á bordo la sardina capturada; de modo que, una trainera que tenga la suerte de hacer un lance afortunado, puede salir del muelle, ir al sitio de la pesca y volver con la embarcación completamente cargada de sardina viva, en una hora ú hora y media.

Bajo el punto de vista de capturar sardinas, es decir, del rendimiento de los artes, puede establecerse la proporción de que cada trainera pesca por 40 ó 50 jeitos, teniendo la trainera á su favor la ventaja de que pone la sardina viva al pié de la fábrica, circunstancia ésta muy interesante para la salazón, y absolutamente necesaria para la elaboración de conservas finas; pues sin ella no es posible llevar á cabo esa elaboración esmerada que caracteriza á las conservas de Vigo, muy superiores á las de Nantes y demás comarcas fabriles extranjeras.

Entre los partidarios intransigentes de los artes de jeito se ha llegado á forzar el argumento de tal modo, que ha habido médico que, haciendo extensivo lo que acontece con los vertebrados superiores, á las sardinas, ha afirmado que teniendo lugar la muerte de las sardinas capturadas con el jeito, por traumatísmo y dentro de su elemento, conservaban la rigidez cadavérica mucho más tiempo que las que morían por asfixia fuera de su elemento ó sea en el aire, pues en éstas adelantaba rápidamente la descomposición cadavérica.

Es posible que en un espacio de tiempo relativamente largo, así acontezca; pero como con la pesca con traineras llega la sardina viva á los muelles, está en las mejores condiciones para pasar á los pilos y que la salmuera de su primera

preparación detenga la rapidez de la descomposición cadavérica; y así sucede en efecto, puesto que la sardina capturada con las traineras y que se ha empezado á elaborar oportunamente, adquiere en los mercados de importación de 2 á 4 pesetas de sobre precio el millar, debido á su mejor vista y á que las condiciones de duración, para la salazón son las mismas.

Para hacerse bien cargo del estado de adelanto en que se encuentra la fabricación de conservas finas en Vigo, basta comparar los diferentes tipos de precio que tiene la sardina en aquel mercado; asi como la sardina que se elabora para España, Italia y algunos puntos del Sur de América, oscila entre 15 y 17 pesetas la caja de 100 latas, la que se elabora para Inglaterra, Alemania y otros países del Norte, llega hasta 35 chelines el precio de la caja del mismo tamaño, lo cual indica una gran superioridad en el producto elaborado, construyéndose además, marcas especiales que son propiedad de acreditados establecimientos.

Examinado ligeramente, lo suficiente para darse cuenta del modo y forma con que se pesca la sardina con los artes que están en litigio, y de la importancia grande que tiene esta pesca en aquellas hermosas rías, examinemos asimismo, ligeramente, las causas del conflicto últimamente surgido.

La costera del 1899 al 1900 fué abundantísima en el interior de las rías y muy especialmente en la Ría de Vigo; trabajaron durante aquel año unas 123 traineras con sus correspondientes cercos de jareta, y aportaron al mercado y á las fábricas tal cantidad de primera materia y en tan gran abundancia, que, por efecto de esta misma, llegóse á envilecer el precio de la sardina hasta el extremo de no tener valor ninguno y tenerla que enviar para abono de las tierras; se comprende que á este extremo llegasen los efectos de la abundancia, pues satisfecha con creces la demanda del consumo en fresco de los mercados y llenos con exceso los pilos de los fabricantes de salazón y conservas, nadie podía apetecer un producto que rápidamente se descompone y aún más rápidamente se inutiliza para su elaboración.

Es evidente que, llegando de vuelta de la pesca las traineras mucho antes que los barcos de jeito, vendían aquéllas las sardinas capturadas; con la abundancia abarataban el precio, y cuando llegaban los barcos de jeito después del trabajo é inclemencias de la noche, encontraban cerradas las puertas; y ante la imposibilidad de vender su mercancía á precio razonable y mucho menos de retenerla hasta el día siguiente, la vendían para abono al ínfimo precio de 2 pesetas millar y aun menos en algunas ocasiones.

Si nos fijamos en que, en aquel año, sólo había matriculadas 123 traineras y que, por término medio, éstas producían á razón de unos 40 ó 50 jeitos cada una, resulta que ellas pescaban tanto como 4,500 ó 5,000 jeitos, que á 6 hombres cada uno por término medio, fueron próximamente 30,000 hombres los que de un momento á otro quedaron inactivos, y lo que es peor aún, en la miseria inmediata ellos y sus familias.

La cifra 30,000 que acabo de señalar, entiendo que está bastante por debajo

de la realidad, pues si bien es cierto que sólo constaban matriculadas 123 traineras, de público se decía que eran cerca de 200 las que trabajaron aquel año y por tanto cerca de 50,000 hombres los que quedaron inactivos.

Este mal que, de momento, sólo afectaba á la ría de Vigo, se generalizó bien pronto á las rías de Marin y Arosa ó Villagarcía; pues sabedores algunos fabricantes de estas rías, de la gran diferencia de precios que habia entre el millar de sardinas que á ellos les llevaban los jeiteros de sus rías respectivas y el que tenía en Vigo el millar de sardinas procedente de las traineras, enviaban sus galeones á este último punto para adquirir sardinas á precio bajo, con grandísimo perjuicio de los jeiteros de sus rías, que tenían que vender su mercancía á vil precio, cuando tenían la suerte de venderla.

Esta conducta, aparentemente egoísta, de los fabricantes de las otras rías, no lo es tanto como parece, pues teniendo que vender la materia elaborada al mismo precio que los de Vigo, resultaban colocados en situación más desventajosa con respecto á éstos, puesto que los de Vigo podían cómodamente bajar los precios de exportación, realizando al mismo tiempo pingües ganancias, y aquéllos, por el hecho de haber pagado más cara la primera materia, se veían forzados, bien á sostener unos precios que no estaban justificados por la bondad del producto, ó bien á vender al mismo precio que los de Vigo, con lo cual resultaban lastimados.

Por otra parte, los precios de la sardina elaborada no son ni con mucho, constantes ni siquiera para la procedente de una misma localidad, porque siendo diferentes las comarcas productoras que la exportan, depende el precio de compra, en los mercados de importación, no sólo de las existencias que haya en ellos, sino en la cantidad de producción de las diferentes regiones favorecidas por Dios con la abundancia de primera materia, pues es evidente que la que más primera materia obtiene, mayor cantidad de materia elaborada produce.

Las regiones que en España marcadamente se dedican á la explotación de la pesca de la sardina son, señalándolas de Norte á Sur: las costas de Cantabria, las rías de Galicia y las costas de Ayamonte; y la explotación de las anchoas ó boquerones en la costa de Málaga, pues si bien existen fábricas de conserva en algunos otros puntos de la costa, son éstas de poquísima importancia.

Los precios de compra en los mercados de importación se regulan por la mayor ó menor abundancia de materia elaborada, y como ésta depende de las arribazones de sardina; se sigue que la comarca que más arribazones haya tenido, impondrá el precio á las otras comarcas menos afortunadas.

Además, si bien las conservas pueden almacenarse y hasta esperar ocasión oportuna para realizar buenas ventas, la salazón que, es la industria que constituye el nervio ó mayor núcleo de la elaboración de sardinas, no se puede almacenar largo tiempo, porque transcurrido cierto espacio de tiempo, que en algunas estaciones ó climas llega á ser hasta de mes y medio, empieza á desarrollarse la descomposición cadavérica en las sardinas saladas, se vuelven impropias para el

consumo y por consiguiente invendibles; es decir que la salazón es producto de pronta venta y la que, de momento no puede venderse, se corre gran riesgo de perderla, lo cual hace que los fabricantes se vean impulsados y casi obligados á aceptar siempre el precio que se les ofrece, y por tanto, que en esta industria haya un considerable tanto por ciento de azar, sobre todo si se la compara con otras industrias cuyos productos tienen mayor aguante.

Esta es otra de las razones que contribuye á que, el fabricante salazonero, se incline siempre del lado de la sardina más barata, aun que sea de inferior calidad, pues con tal que rápidamente pueda prepararse y rápidamente venderse, ha realizado su negocio.

Otra causa hubo que contribuyó á hacer que á los pescadores de jeito, resultara antipática la pesca con trainera, y fué, el que como las traineras pescaron en el interior de las rías, no tuvieron necesidad de exponerse á los malos tiempos, y por tanto, pudieron ir tripuladas por remeros poco hábiles y sólo algunos marineros; esto hizo que viendo la clase marinera que les arrebataba el pan ganado en la mar, gente que no era de la mar y que no servía para la mar, la exaltación subió de punto, hasta el extremo de que muchos marineros que habían comprado traineras se deshicieron de ellas.

Como dato curioso, merece señalarse el que, en las listas de la Comandancia de Vigo, correspondientes á aquel tiempo, constaban 123 traineras matriculadas, de las cuales, sólo 63 eran propiedad de los marineros, perteneciendo las demás á conserveros, tenderos de varias clases, peritos agrimensores, empleados, propietarios, profesores de instrucción primaria, carpinteros, capataces de muelle, comerciantes y hasta maestras de labores; todos los cuales, á falta de marineros para tripular sus embarcaciones, recurrían á esa hampa maleante que abunda por los muelles, y á la cual pescadores y marineros desdeña, por estar compuesta de gente inútil.

Otro motivo más puede añadirse para marcar el disgusto de los jeiteros y es, la venta de sardina para carnada de los setenta y tantos vapores palangreros que ya existían en aquella fecha.

Es sabido que los palangres sólo producen buen resultado cuando la carnada está viva, muy especialmente si es sardina; por lo tanto, los vapores tenían que ir á buscar la embarcación jeitera cuando ésta se hallaba pescando, y allí, en la mar, tomarle el número de sardinas que necesitaban y sin las cuales no podían salir á pescar, dependiendo, por consiguiente, el éxito de la pesca del vapor palangrero, de la embarcación jeitera que proporcionaba las sardinas; conocido esto por los jeiteros, no tardaron en subir el precio del millar de sardinas, so pretexto de que, si una levada de palangre produce al vapor 50 duros de beneficio, y éste lo obtiene debido á las sardinas que el jeitero proporciona, bien puede éste pedir 30 duros por un millar de sardinas, y participar de la ganancia del palangrero.

Claro está que, al traer á los muelles, las traineras, la sardina viva, no tenían los palangreros que pasar por las horcas caudinas de los jeiteros, aun pagando

las sardinas para carnada á doble y triple precio que el precio de venta corriente para el consumo.

Por esta causa, la pesca de palangre con vapores, tan fructífera y beneficiosa, que hoy dá lugar á diferentes talleres de construcción de esa clase de vapores y que produce verdadera riqueza con la introducción en el mercado de enormes cantidades de besugo y merluza, ha tenido gran crecimiento con el establecimiento de las traineras, pues en tanto las traineras traigan á tierra carnada viva y barata, los vapores de pesca á palangre representarán un expléndido negocio al que seguramente se han de dedicar cuantos en aquellas comarcas dispongan de capital suficiente.

Un punto de vista importantísimo hay que tener en cuenta en el estudio de esta cuestión, y es, la escasez de las vías de comunicación de aquellas comarcas.

Efectivamente, se observa que las orillas que forman la costa Norte de las rías, están más desprovistas de comunicaciones que las orillas de la costa Sur, dejando casi incomunicadas á poblaciones de la costa Norte tan importantes como son: la de Muros sin medios de comunicación con Noya; La Puebla de Caramiñal con Villagarcía; Cangas con Vigo y así sucesivamente otras de menor importancia,

Es evidente que, si todas estas orillas estuviesen surcadas por un ferrocarril, aun que fuera de vía estrecha, que rápidamente pudiera conducir á la línea general de ferrocarriles la sardina capturada, ésta, salida del pescado, en fresco, bastaría por sí sola para sostener el aspecto remunerador de los precios de venta, y el conflicto no habría nunca llegado á las proporciones que ha adquirido.

De este modo, la sardina tendría inmediata salida para el interior, como hoy acontece en Vigo, y beneficiaría muchas más comarcas de las que hoy beneficía, y hasta sería causa de que disminuyera grandemente el consumo que las clases menesterosas hacen del bacalao; pero para esto, sería necesario que las comunicaciones fueran rápidas, y de no ser así, como acontece en la actualidad, la presentación de la sardina produce en el mercado un papel semejante al que produce el oxígeno en el aire que respiramos; así como la falta de oxígeno acabaría con nuestro organismo, el exceso de este gas también nos produciría rápidamente la muerte; del mismo modo, la falta de sardina trae aparejada la miseria de aquellas comarcas, como la que se experimentó en los años 50 y 51 de la pasada centuria, y la excesiva abundancia de sardina produjo los mismos efectos, recientemente, en todas las rías, excepción hecha de la de Vigo, que se engrandeció á causa de estar enclavada en la línea general de ferrocarriles.

Si comparamos, por ejemplo, la Ría de Muros, sin comunicaciones en la costa Norte y con sólo una medianeja carretera que malamente comunica el puerto del Son con Noya, dejando á Muros reducido á las comunicaciones marítimas; si la comparamos, repito, con la Ría de Vigo, en donde, si bien es cierto que Cangas y otros pueblos de la costa Norte tienen comunicación difícil con la población de Vigo, en cambio Bouzas está unida á esta última población con una muy buena

carretera, y como además Vigo es cabeza de línea en la red general de ferrocarriles fácilmente comprenderemos que la prosperidad de ésta es debida á la facilidad de comunicaciones.

El exceso de producción de primera materia, en la primera de estas rías, ó sea la de Muros, no alteraría sensiblemente el precio de la materia elaborada, puesto que éste se rige por la demanda de los mercados de importación, y, en cambio, envilecería el precio de la primera materia, puesto que á los consumidores de ésta, sean fabricantes ó simplemente particulares, no es natural exigirles que paguen la sardina al mismo precio los días de gran escasez como los días de gran abundancia; tanto más, cuanto que en éstos, una vez satisfechas las necesidades del consumo y fábricas, aun sobra prímera materia, que hay que dedicar al abono de las tierras para que no se pudra en el mercado; toda esta primera materia representa una cantidad de trabajo del pescador, pagado á vil precio, y como ya éste ha cobrado con merma el precio de la sardina utilizable, resulta que, para el pescador jeitero, esta gran abundancia representa siempre una pérdida positiva; y si contamos, además, con los frecuentes accidentes de mar, tan comunes en aquellas costas que, sin llegar á poner en peligro la vida de los pescadores, les hace llegar tarde al mercado, escusado es decir que no pueden vender el producto de sus pescas al precio de consumo, y tienen que desprenderse de él al precio de abono para las tierras, que, en ocasiones, no es ninguno; de donde se deduce claramente que para los pueblos enclavados en las rías que tienen falta de comunicaciones y aún hasta para los que las tienen, pero que no están fácilmente unidos con el que tiene ferrocarril, la abundancia extremada de la primera materia representa la miseria para ellos lo mismo que la escasez absoluta.

Claro está que no pudiendo aquellos comarcanos, ni abrir carreteras, ni establecer vías férreas, en un abrir y cerrar de ojos que es como se presenta la sardina sobre todo sus grandes arribazones, tienen que oponerse á que la abundancia de primera materia se presente en el mercado, y si esta abundancia, es producida por los aparejos de pesca, considerados como intensivos, tienen como natural consecuencia que hacerle la guerra á los artes que la producen, y así ha sucedido; llegando en el apasionamiento de sus razonamientos á sentar como datos irrefutables é hijos de la convicción más profunda, hechos que, hoy niega la ciencia y otros hechos biológicos cuya comprobación bastaría para labrar la reputación científica de cualquier naturalista, é implicaría además la resolución de intrincados problemas hácia la cual dirigen sus miradas los hombres mas sabios del mundo.

Es necesario, también, ver, siquiera sea á la muy ligera esta cuestión bajo el punto de vista del actual estado social; y en este punto, se presenta tan intrincado el problema que, empiezo por reconocer mi incompetencia y solo apuntaré algunos rasgos principales; pues el análisis de este punto de vista requiere estudios muy especiales en los cuales no me ha sido dado entrar, no solo por mi falta de conocimientos, sino por que el poco tiempo que he permanecido en aquellas

costas no me ha permitido conocer á fondo, lo que son, lo que quieren ser y lo que aparentan ser, las diferentes categorías sociales que intervienen en este importante litigio.

Entre la multitud de hojas impresas que llegaron á mis manos durante la expedición que hice por las Rías y costas de Galicia, hay una de la cual ya hice mención en la memoria que presenté al Gobierno al terminar mi cometido.

En esta hoja, ostensiblemente anónima, pero cuya paternidad tengo motivos para atribuir á un acaudalado propietario del Grove, persona ilustradísima, elegante escritor y que hondamente se preocupa del porvenir de aquellas costas, se leen los párrafos siguientes:

«El gallego no se mostró nunca ni se mostrará jamás dispuesto á dejar las »realidades de lo cierto por las promesas de lo dudoso. Semejante á los antiguos »lacedemonios, cuyo severo desprecio á las riquezas acusa la Historia, los natu»rales de la región gallega son indiferentes al lujo y á los deleites, acicate de los »más poderosos, para que otros hombres nacidos en comarcas no muy lejanas »rasguen en un momente más ó menos oportuno el tupido velo de su rutina, y sin »detenerse á acostumbrar [sus ojos á la luz, se lancen en tropel por un campo »de deslumbrantes aventuras, resultando de aquí que los que logran conseguir el »objeto deseado más lo deben á las inconscientes dádivas de la casualidad que al »feliz acierto de un propósito muy preconcebido. Y el gallego, que es pensador, »viene á sacar en consecuencia que bien vale la pena de conformarse con una »modesta existencia aquí donde todos son iguales; aquí donde la ambición que no »halló aún ambiente adecuado para su desarrollo, si alguna vez alcanza á mover »el corazón de alguno, es para indicarle el camino de la emigración.

»Esclavo de su idiosincrasia, sumiso á la voz secreta que le aconseja y diri»ge, el noble cuanto desinteresado representante de aquella raza indomable que »se alimentó con pan de bellotas y concilió su sueño sobre haces de heno, hará »siempre gala de su manera de ser.

»Y si, más feliz que los habitantes de otras provincias, cuyo trabajo personal »es artículo de comercio en la plaza pública, el gallego goza de la suficiente inde»pendencia para considerarse señor de una humilde choza y propietario de un »limitadísimo campo; no es de suponer que dedicado á las rudas faenas del mar, »deje de pensar también que la frágil barquilla por él y sus hijos tripulada es su »pobre cabaña, y las tranquilas aguas donde cala sus redes su movible huerto.

»Morador constante de la primera, consagrado día y noche á la segunda, »jamás entró ni entrará en sus aspiraciones otro afán que el de arrancar, como »buen ictiófago, á las profundidadas del abismo sobre que vive, los peces necesa»rios para su frugal alimento, y aquellos otros que siendo otras tantas monedas, »según la frase feliz de Franklin, han de suministrarle á su tiempo lo que su poco »exigente y sufrida existencia le demanda.»

De esta manera pinta á los naturales de aquellas regiones; pintura que tiene condiciones de ser un verdadero retrato; pero se ocurre preguntar, ¿es que en

realidad concurren en todos los gallegos las condiciones relatadas ó bien existen bandos diferentes en los cuales sea diferente la manera de pensar?

Indudablemente existen estas agrupaciones que en mi sentir están bien caracterizadas.

Los habitantes de aquellas rías que, retrata el autor de la mencionada hoja, son sin duda alguna aquellos que rinden tributo á la tradición y que á fuerza de no tener necesidades personales, son muy limitadas sus aspiraciones; en este grupo encajan principalmente los jeiteros.

En cambio los que no rinden prácticamente este tributo á la tradición y se lanzan por la vía de las especulaciones, procurando ganar más dinero, con más comodidad y en menos tiempo, sin preocuparse en examinar si el beneficio de hoy pudiera representar la miseria de mañana, estos son principalmente traineros cuya idea principal es pescar con mucho resultado en poco tiempo.

En los primeros, domina el temor de perder lo poco que tienen, por efecto del abuso que en juicio de ellos cometen los otros pescando con redes intensivas y en los del segundo grupo domina el afán; bien de enriquecerse ó bien de gastarse cuanto tienen á medida que lo van ganando.

Ambos grupos se han declarado la guerra sin tregua y sin que haya idea superior que les contenga en sus manifestaciones exaltadas.

Al llegar á este punto, he de hacer constar que no he encontrado, ni aún en la hoja á que antes he hecho referencia ninguna indicación de estudio en el que, siguiendo el método de las monografías que tan célebre hizo á Le Play, pueda darnos datos por los que se venga á conocer el verdadero estado actual de aquella sociedad que en mi sentir se encuentra profundamente solicitada por fuerzas opuestas.

Es forzoso volver al tiempo de los antiguos gremios para encontrar la masa de pescadores y mareantes formando una sola piña ó haz homogéneo.

Suprimidos aquellos que tenían como fundamento la idea religiosa que, siempre significaba un esfuerzo para contener las malas pasiones inherentes á la humana naturaleza y lentamente sustituídos por las sociedades de resistencia ó sean sociedades de defensa ó en otros términos, de guerra, en las cuales el único criterio y la única limitación es la conveniencia material, claro es que una vez dado el grito de guerra solo debe terminar esta con el aniquilamiento de uno de los contrincantes.

Apesar de que mi misión no era hacer trabajos sociológicos, aproveché todas las ocasiones que se me presentaron, para tomar notas en este sentido y con gran sentimiento puede hacerme cargo que, en todas las sociedades de pescadores que visité, que fueron las de las principales poblaciones, ví que faltaba toda indicación de idea religiosa; en todas ellas pregunté si había alguna imágen de San Pedro patrón de los pescadores, ó de la Santísima Vírgen del Cármen patrona de los navegantes y mis preguntas fueron acogidas con el desdén más marcado; es decir, que entre aquel numerosísimo elemento pescador, la idea re-

ligiosa de la colectividad aparece muy amortiguada y generalmente considerada por aquellos pobres pescadores asociados, como síntoma ó manifestación de atraso.

Cuando en las poblaciones que son esencialmente comerciales predomina el criterio del éxito del negocio, sin tener para nada en cuenta ni el modo de hacerlo, ni la persona con quien se hace, es natural que el espíritu católico se encuentre decaído; pero cuando una región es principalmente agrícola ó pescadora y entre otras causas por falta de comunicaciones no predomina el espíritu comercial, como así acontece en general en las costas de Galicia, únicamente por causas importadas del exterior y diferentes del ambiente comercial, puede ocurrir un cambio tan radical; y estas causas pueden ser por ejemplo; la presencia de formidables escuadras extranjeras pertenecientes á naciones no católicas; el dinero derramado á manos llenas por estas mismas escuadras para el propio abastecimiento; el trabajo de propaganda asíduo y perseverante de los pastores protestantes que, finos y correctos, tienen con aquellos pobres pescadores un trato ceremonioso que, ellos no entienden pero que les halaga; el trato íntimo de aquellas pobres familias con una pléyade de señoras finas y correctas que subordinadas á los pastores protestantes hacen de curanderas; con lo cual se introducen en las familias y ayudan la nefasta obra de aquéllos; la esplendidez con que se paga cuanto se relaciona con estas entidades y por último la simpatía con que las clases elevadas de la sociedad ó sea las clases directoras, acogen cuanto favorece su comercio, principalmente hecho en moneda extranjera; todas estas causas y otras mil que resultarían si un estudio serio se hiciera, han contribuído eficazmente á esa relajación del espíritu católico de la sociedad, entre cuyas dolorosas manifestaciones ha contado desgraciadamente la lapidación de unos misioneros, acaecida hace pocos años en la alameda de Pontevedra.

Y ya que de este asunto trato, debo hacer constar que, según mis noticias la única población en la que, la colectividad pescadora responde ostensiblemente á su tradicional espíritu católico, es el Son, pequeño surgidero situado en la punta Sur de la Ría de Muros y que sin duda alguna es donde se encuentran los pescadores más temerariamente valientes, más desinteresados y más inteligentes de aquellas costas.

El trabajo de estos pescadores en la pesca de la merluza por medio de las volantas, que son como las sardinales, extensos paños de red en los que vá la merluza á enmallarse, es inaudito; no hay manera hábil de compararla con los trabajos más duros.

Se lanzan aquellos Trincados que, es el nombre general de las embarcaciones que usan para esta pesca, hasta perder de vista las más altas montañas; encontrado el lugar conveniente, tienden sus volantas y esperan que la merluza enmalle; hacen al día las levadas que juzgan convenientes y como son redes que en total alcanzan una longitud de unos 900 metros, el trabajo de levarlas y tenderlas con las mares gruesas y violentas del Sudoeste ó bien las del Noroeste,

semejantes á grandes cordilleras de montañas, las lluvias contínuas y el no comer caliente durante los veinte ó treinta días que dura la expedición, porque el pescado cogido diariamente se remite á los puertos de venta con los barcos de enviada, este trabajo es capaz, por sí solo, de aniquilar en poco tiempo las naturalezas más privilegiadas.

Aún siéndolo mucho la de aquellos vigorosos pescadores, no hay hombre que cumpla treinta años que pueda ordinariamente resistir trabajo tan duro y violento, refugiándose á edad tan temprana, en los jeitos que consideran como trabajo de reserva y al que se dedican los inválidos para el trabajo de la volanta.

Es evidente que hombres de tanta resistencia física, de ese desprecio á la vida, y de tan temerario valor, sean, no ya respetados, sino temidos, por los demás pescadores de aquellas costas, y si con tan sobresalientes condiciones no tuvieran vivo el espíritu católico que les contiene para no hacer mal uso de tan poderosas facultades, su influencia en aquellas costas sería terriblemente avasalladora.

Si examinamos bajo el punto de vista zoológico la cuestión que nos ocupa, encontramos una condición sostenida en direcciones opuestas por ambos bandos de pescadores, y es, si la sardina es *emigrante* ó *sedentaria*, ó bien si hay una especie *emigrante* y otra *sedentaria*, ó si, como reza en alguno de los informes de una cámara de comercio, es simplemente *transhumante*.

Tanto este punto como el de agotamiento de la especie por la pesca abusiva han sido los argumentos poderosos que, para su defensa, han servido de base á los razonamientos de los jeiteros; del mismo modo que, los traineros se han amparado en la libertad del trabajo y en el mayor bienestar que proporciona la abundancia de alimento á las regiones más necesitadas de la península.

Estos puntos de vista se me han presentado con los colores más vivos, apoyados en calurosos razonamientos y cuyas conclusiones ó deducciones han sido, de una parte, cuadros terroríficos, y de otra, prosperidades sin cuento.

Para fijar el criterio ha sido, en primer lugar, preciso determinar que especie zoológica es la que con el nombre de *Sardina* dá orígen á tan complicados problemas.

En todos los ejemplares examinados se encontró que ambas mandíbulas terminan á la misma altura, es decir, que no hay una más saliente que otra, lo cual indicó que se trataba de los géneros *Clupea* ó *Elops* pues el género *Engraulis* tiene la mandíbula superior más saliente, y como el vientre de nuestros ejemplares era enquillado y aserrado, quedó determinado el género *Clupea*, pues el *Elops* tiene el vientre liso y redondeado.

Al tratar de determinar la especie, se encontró diferencia en los dientes palatinos, pues en una de las especies había pequeños dientes palatinos, carecía de dientes vomerianos, el opérculo liso y los escudetes de la quilla ventral muy punzantes y espinosos, carcteres todos que corresponden á la *Clúpea Sprattus;* en

cambio en otros ejemplares se observó la carencia de dientes palatinos, el opérculo con estrías radiales, la hendidura de la base de la boca, alcanzando hasta el borde anterior del ojo, y doce ó catorce escudetes enquillados en el borde ventral, situado entre las aletas ventrales y el ano, caracteres que determinan la especie *Clúpea Pilchardus*.

Estos caracteres se encuentran comprobados bajo la denominación *Clúpea Pilchardus* por las descripciones ó figuras de 16 autores, bajo la de *Sardina* en ocho autores, bajo la de *Arengus minor seu Pilchardus* en uno, con el de *Pilchard* en dos, con la *Clúpea sardina* en cinco autores, *Clupanodon Sardina* un autor y *Alosa Pilchardus* en cuatro.

Sentado pues que, el pez que es objeto de abundantísima pesca en las rías de Galicia y que ha motivado, con la irregularidad de sus apariciones, serios conflictos en aquellas comarcas, es la *Clúpea Pilchardus* (Walb) ó *Alosa sardina* (Moreau), era necesario para analizar las causas que tanto habían enconado los ánimos, el conocimiento de biología de esta especie, ó sea el conocimiento de la reproducción, desarrollo embrionario y larval, y género de vida de esta especie.

La ciencia española nada nos dice; no existen las observaciones metódicas llevadas á cabo precisamente en los lugares en que la contienda se desarrolla, y que solo á fuerza de años y de constancia, podrían producir un caudal de conocimientos que constituyeran la base en que debiera apoyarse el criterio que habría que establecer en los momentos en que el conflicto se presenta y la lucha aparece, pero en estos momentos en los que son necesarias las soluciones concretas, cuando los dos bandos animados por el calor de la contienda aducen argumentos que están generalmente muy lejos de ser razones, cuando unos y otros, sobresaturados de suficiencia técnica, presentan como hechos científicos comprobados, apreciaciones más ó menos exactas, apoyadas en la fantasía de los pescadores, y tomándolos como fundamentos sólidos, basan en ellos sus argumentos, y al calor de la lucha que la necesidad ó la defensa de los intereses les inspira, crean un estado de excitación que es el inmediato causante de los conflictos que no tardan en aparecer, entonces es cuando se vé en toda su triste realidad, nuestra falta de estudios previos y la falta de conocimientos para dirimir la contienda.

Negado por la ciencia española el auxilio necesario, no quedaba otro recurso que acudir á los autores extranjeros, y por geneneralización, aplicar á nuestras costas lo que ellos observaron en las de sus países respectivos.

¡Pobre auxilio, en verdad! pues por más Raffaele en Nápoles, Marión en Marsella, Intosh y Cunningan en Inglaterra y Sars en Noruega, hayan presentado minuciosas observaciones, fruto de largos y perseverantes estudios; estos no pueden ser absolutamente aplicables á una región privilegiada por la Divina Providencia, y en la cual, debido sin duda á la influencia de la corriente del Golfo, á los resguardos que producen las islas, y á las rías que profundamente se internan en aquellas costas, en las que los contínuos desagües procedentes de la

rica y exhuberante vegetación que allí se encuentra, modifican el medio ambiente de las aguas, é indican que allí, en aquellas rías, y en las aguas que bañan aquellas fértiles costas, tienen lugar fenómenos interesantísimos que deben modificar las conclusiones basadas en los estudios llevados á cabo en otros países.

Un solo extremo ha podido establecerse, extremo por demás interesante, cual es, la condición viajera de la sardina, y por consecuencia, é interín estudios posteriores no abran nuevos horizontes, el que sea lícita la pesca ó captura de este clupeido, en todas épocas y por todos los medios de captura conocidos; afirmando esta opinión el hecho universalmente comprobado de ser la sardina perseguida por multitud de seres, no solo los que pueblan las aguas; sino también de los de la tierra y los aires, los cuales constituyen la poderosísima falange de sus enemigos naturales, única que sale inmediata y directamente beneficiada con las cortapisas que se pongan al hombre para el libre ejercicio de su pesca.

Al llegar á este punto, debo hacerme cargo de la opinión generalizada y que ha servido también de argumento de fuerza para uno de los bandos contendientes, cual es, el establecimiento de vedas, como medio de proteger los estados jóvenes de la sardina, y, por consecuencia, evitar el agotamiento de la especie.

Al tratarse de la sardina, y sentada y comprobada hasta hoy su condición viajera, no tiene fuerza ninguna este argumento, y por lo tanto, respecto al caso concreto de esta especie, no hay que tomarlo en consideración.

El concepto general de la veda en la pesca marítima, ó sea la prohibición de la captura de las especies marítimas en determinadas circunstancias, tiene dos puntos de vista principales, á saber: la veda de los estados jóvenes que aún no han llegado á determinado estado de crecimiento, y la veda de las madres, no ya en estado de madurez sexual, sino en la época de la freza.

Es indudable que, por mucho que sea el daño que produzca en la población de las aguas el efecto de un lance de red que solo capture estados jóvenes, no apropósito para la venta en el mercado ó para el consumo público, mucho mayor es el que produce la captura de una sola hembra con los ovarios abultados y en la época del desove ó freza, y sin embargo, cuando la prensa indocta interviene en estos asuntos, adopta generalmente el criterio de defender á los peces que aún no resultan vendibles ó aprovechables para el consumo público, antes que defender á las madres con los ovarios maduros y en la época de la freza.

Cuando se relaciona la veda con la captura de los estados jóvenes, se impone la limitación de las mallas de las redes, lo cual solo resulta, en general, de ineficacia comprobada y solo de eficacia relativa al tratarse de algunas especies, pues si todos los peces alcanzáran las mismas dimensiones y si en la lucha por la vida no fuera frecuente el caso de que los animales adultos persigan con éxito á los individuos jóvenes, aún siendo de mayor tamaño y á veces de la misma especie, la eficacia de esta medida resultaría probablemente comprobada; pero desde el momento que las diversas dimensiones de las especies, hace que haya individuo adulto y en la plenitud de su fuerza, de mucho menores dimensiones que los es-

tados jóvenes de otras especies de las cuales son sus enemigos naturales, resulta sin eficacia práctica.

Cuando la veda está basada en la época de la freza, entonces, teóricamente, reviste la mayor eficacia, puesto que, lo que hondamente lesiona la población de las aguas es la captura de las hembras maduras en la época de la freza.

Este punto de vista trae aparejada la fijación de la época en que la freza tiene lugar y la prohibición durante ella de pescar determinada especie.

También este punto de vista presenta serios inconvenientes, porque si bien es verdad que la mayor parte de los peces comestibles efectúan su freza en las estaciones medias, primavera y otoño, son muchas las especies en las que este periodo se prolonga hasta el verano, y muy frecuente el que este periodo tenga lugar en diferentes meses de la misma estación, por lo tanto, resulta esta medida de ineficacia práctica en la mayor parte de los casos; recurramos á un ejemplo, para mayor claridad, aunque tengamos que referirnos á los trabajos de autores extranjeros, valiéndonos para este caso, de las notables observaciones llevadas á cabo con minuciosa prolijidad y durante largos años de experiencia, por el doctísimo Profesor Lo Bianco de la Estación Zoológica de Nápoles.

Varias especies de *Gadus*, entre ellas el *Gadus minutus* y la *Motella tricirrata*, desovan de invierno á primavera, varias especies de *Trachinus* en primavera y estío, los *Sargus, Box, Pagellus*, etc, todo el verano, y algunos *Clupeidos* de Septiembre á Febrero; todas estas especies son de consumo abundante en los mercados, y por lo tanto se establece el dilema ó se permite la pesca durante todo el año como lo exige el consumo público ó si se atiende á respetar la producción de los mares se prohibe la pesca todo el año.

Una solución parece que pudiera conciliar ambos extremos, y es, que el pescador, suponiéndole suficientemente ilustrado y exigiendo de él una prueba de desinterés que á ninguna otra manera de vivir se le exige, devolviera al agua los peces en estado de madurez, peces, desde luego, vendibles á muy buen precio y que representan una pérdida positiva.

Esta solución, que alguna vez ha formado parte de nuestra legislación pesquera, es prácticamente imposible, porque todos los artes de pesca son consecuencia de la idea de capturar, es decir, cojer mal de su grado, y por lo tanto, en la lucha del pez con el arte, en la que generalmente sale éste vencedor, resulta el pez tan perjudicado, que difícilmente queda en buenas condiciones para seguir viviendo, y por lo tanto, para la producción de las aguas, con idéntico resultado que si se capturase, perque lo probable es que sea individuo muerto.

Otras razones se oponen á seguir el criterio de la veda por las causas apuntadas, y son, por ejemplo, la abundancia de determinadas especies que son objeto de mucho consumo, como acontece con los camarones y los peces planos.

Es sabido que los estados jóvenes de los peces planos se encuentran principalmente inmediatos á la orilla de las playas, pues bien, si en estas playas, como acontece en algunas partes de las costas de Inglaterra, hay tal abundancia de

camarones, que éstos constituyan abundante comercio, no hay más remedio que sacrificar á los peces planos en estado joven, que podrían llegar á ser magníficos lenguados ó rodaballos en beneficio de los camarones, porque no se puede protejer á éstos sin hacer daño á los otros; ó también si como acontece con los salmones, éstos solo son valiosamente preciados, precisamente cuando impulsados por el instinto de la procreación, remontan los ríos hasta encontrar en las aguas frías el sitio apropósito para verificar la freza, se respetase, en absoluto, la producción de las aguas, prohibiendo la pesca, porque los salmones están en la época del desove, desaparecería esa valiosa industria; y si por el contrario, como es costumbre en algunas de nuestras comarcas, el abuso público, haciendo caso omiso de las cortapisas gubernamentales, bien porque no exista establecido el servicio de vigilancia, ó porque ésta sea deficiente, la pesca se ejerce con esceso; se inventan todos los medios posibles de captura y se obtiene como inmediato resultado el aniquilamiento de las aguas, como acontece en el Miño, cuyos salmones adquieren precios fabulosos precisamente por la escasez de su pesca.

Todas las dificultades apuntadas y otras muchas que abundantemente surgen en cuanto se profundiza un poco en los asuntos pesqueros, tienen una sola solución, á saber: el conocimiento exacto de la biología en todas las especies comestibles, especialmente si son objeto de importante consumo ó de valiosas industrias; para llegar á este conocimiento, hace falta el estudio prolijo y minucioso de esos seres que, no están ni á nuestra vista, ni los podemos obtener en las condiciones que el estudio requiere, sino cuando la casualidad los presenta, y este estudio, solo puede verificarse en las Estaciones Zoológicas, en las cuales, á fuerza de consumir su actividad los naturalistas que con especialidad se dediquen á estas especies y á fuerza de años de trabajo, se consiga adquirir tal caudal de conocimientos que permita establecer reglas prácticas en que basar las importantes industrias hoy establecidas, las cuales absorven cuantiosos capitales, y que en la actualidad no tienen más fundamento que las reglas empíricas de los prácticos, que con frecuencia resultan plagadas de errores.

Hoy solo existe en España, una Estación Zoológica, situada en Santander, y á la cual, la penuria del Erario le hace llevar vida lánguida; en aquella localidad no tienen lugar ninguno de los complicados problemas que en otras partes de la costa se presentan y en cambio, en las Rías de Galicia en donde la sardina ha dado orígen á valiosísimas industrias y á importantísimo comercio, no existe ninguna estación zoológica en la cual, á semejanza de lo hecho por Raffaele y lo Bianco en Italia, por Intosh y Cunningan en Inglaterra y por Sars en Noruega se estudie la biología del Clupleido ó Cupleidos que, tan gran riqueza representa para la nación.

Los célebres trabajos Cornide tanto en su obra titulada *Ensayo de los peces de Galicia* publicada en 1788 como la célebre y erudita *Memoria sobre la pesca de la sardina* inpresa en 1774, son anteriores á la nueva orientación que, las Ciencias Naturales han tenido, con los adelantos llevados á cabo en el microsco-

pio y su aplicación al estudio de los estados larvales abandonando el antiguo criterio basado en la morfología externa, y por lo tanto con ser importantísimos los trabajos de Cornide resultan poco apropiados á las necesidades científicas de la época.

Poderoso auxiliar de los trabajos de los naturalistas han sido, en general, los navegantes y muy particularmente los oficiales de la marina militar de todas las naciones en que estos estudios se han verificado; así nos lo enseñan las campañas del *Malespina*, los sondajes de la *Isabela* y *Alexandra* en el mar de Baffin, las exploraciones antárticas del capitán James Clarch Roos, los dragados del teniente Brookes que, revistieron importancia tan trascendental, que resultaron en oposición con las célebres teorías de Forbes absolutamente partidario de la fijeza de las formas, hasta que estudiado este material por el Doctor Wallich primero y por el Doctor Alfonso Milne Edwards después, dieron el golpe de gracia á aquellas célebres teorías que tan alta reputación habían adquirido entre los sabios de su tiempo.

En los tiempos modernos, también han contribuído los navegantes al desarrollo y adelantamiento de las ciencias naturales, así por ejemplo: Mr. Richard teniente de navío de la armada francesa y comandante del *Travailleur,* fué quien organizó todo el material de expedición que llevó á cabo este buque con tan brillante éxito. El mismo *Travailleur* mandado por el capitán de fragata Parfait hizo las exploraciones del Golfo de Gascuña, costas vascas é Islas Canarias, siendo este mismo jefe el que mandó el *Talismán* en las exploraciones sucesivas.

A consecuencia de estas exploraciones verificadas en el Atlántico, se pudo establecer el hecho de existir una fauna perfectamente caracterizada hasta la profundidad de 300 metros y que desde los 400 hasta los 1500 aparece otra fauna diferente que adquiere todo su desarrollo al llegar á los 3000 metros y que se denominó *Fauna Abyssal* ó fauna de los abismos comprobando este hecho las ideas de los naturalistas escandinavos y borrando la antigua creencia de que, en los profundos abismos de la mar en los que la luz no existe, la vida no podía existir, sino que, por el contrario, con hechos irrefutables, se patentizó que hasta en aquellos profundos abismos, de lobreguez infinita, la próvida mano de Dios, había colocado seres que palpablemente demostraran la Omnipotencia Divina.

Exploraciones más moderna llevadas á cabo por los buques de la armada Italiana Washington y Wettor Pisani, sobre todo este último en su viaje de circunnavegación aportó valiosísimo material de estudio, preparado por el entonces teniente de navío Chierchia, según los notables métodos de preparación de estación zoológica de Nápoles, en su mayor parte inventados por el Doctor Lo Bianco, profesor y conservador de dicha estación y la cual ha obtenido por este motivo fama universal, pues en la actualidad, raro será el museo ó establecimiento docente del mundo que no ostente entre sus mejores preparaciones las

bellísimas preparaciones de animales blandos que salen de aquella estación.

Esta facilidad para obtener, los navegantes, importante material de estudio sugirió al Doctor Dorhn, Director y fundador de dicho establecimiento, la idea de instruir á los oficiales de marina de diversas naciones en los procedimientos de captura y conservación de toda clase de especies, así como en la sistemática moderna, constituyendo hoy un poderoso auxiliar de los naturalistas en todas las naciones que se preocupan del adelantamiento de las ciencias naturales.

Gracias á las modernas exploraciones no solamente desaparecieron las ideas de Perrón que suponía que, en el fondo de los mares solo existían las tinieblas y el hielo, sino que probaron la existencia de la contra-corriente submarina del Estrecho de Gibraltar que vierte en el Occéano las aguas calientes del Mediterráneo por debajo de la corriente superior que arroja en este mar las aguas frescas del Atlántico.

Esta contra-corriente, durante mucho tiempo discutida y anteriormente negada, no hace sentir sus efectos más abajo de los 200 metros de profundidad quedando reducido el Mediterráneo, desde estas profundidades hasta los más ignotos abismos, á una masa de agua estancada de 13 grados de temperatura constante.

¡Cuántos y cuántos secretos debe encerrar esa enorme masa de agua en la que á no dudarlo se desarrollan importantísimos problemas biológicos!

¡Quién sabe si estas profundas regiones son el perpétuo *Habitat* de ciertos estados de crecimiento de los atunes, sardinas y otros peces que constituyen las grandes fuentes de riqueza de los pescadores mediterráneos!

En nuestro país, sobre todo en los tiempos modernos, no se ha prestado atención principal á esta clase de trabajos y el escaso conocimiento que, se puede tener de las costas de nuestra península y de las que hasta hace poco fueron sus colonias han sido debidos á exploradores extranjeros: así sucedió con el *Blake* buque hidrógrafo de los Estados Unidos que durante los años 1877-78 exploró las costas de Cuba y Puerto-Rico.

El *Challenger* de la gran Bretaña exploró Canarias y Filipinas en 1872.

El *Travailleur* en 1880 exploró las costas del Golfo de Gascuña y en 1882 repitió estos estudios y exploró las Canarias.

Las pesquerias tituladas Canario-Africanas, de las cuales solo existían fantásticas descripciones, fueron magistralmente estudiadas por el Doctor Stassano.

Los trabajos mas interesantes sobre atunes han sido hechos por el Doctor Pavesi.

Los últimos trabajos verificados sobre la sardina mediterránea han sido hechos por los Doctores Raffaele, Marión, y Lo Bianco, y los modernos trabajos de caracterización de los peces de las costas de nuestra península y Canarias son debidos al Doctor Steindachner.

Una de las consecuencias de la aplicación de microscopio al estudio de los estados larvales ha sido el agrupar bajo una misma denominación animales que, hasta ahora se habían tenido por especies completamente diferentes, reformando profundamente, no solo las antiguas divisiones de Aristóteles sino las que siglos después establecieron Linneo y Cuvier.

Comprobados el dimorfismo sexual y los caracteres adicionales que transitoriamente revisten muchas especies en la época del celo, desapareció la importancia de la coloración y forma externa, para adquirirla, entre otros principales caracteres, la situación relativa de las aletas y la clase, número y colocación de los dientes, así como todos los detalles de la anatomía interna; y en tanto posteriores estudios de observación, no presenten nuevos caracteres más fijos, en ellos tendrá que continuar basándose la moderna sistemática.

Para terminar, muy ilustres Señores, ya que tanto he abusado de vuestra benevolencia, hemos visto en las candentes cuestiones que el ejercicio de la pesca origina, que, cuando ésta dá lugar á grandes industrias que son causa de mucho desarrollo comercial, se suele recurrir á la ciencia invocándola, unas veces, en tanto conviene ó facilita los negocios y otras veces se fuerzan los argumentos para hacerla decir lo que conviene en apoyo del régimen de vida de que se goza, temerosos de que un adelanto produzca un cambio cualquiera que, perturbe el régimen á que se está habituado, aunque de la implantación de este adelanto resulten mejoras para el país en general.

Está probado, en casi todos los casos, que toda cuestión de pesca representa un complicado poblema social ó industrial, en el cual la parte que corresponde á la ciencia zoológica, es en general la estrictamente necesaria para formar la librea con que se le suele presentar á la consideración pública.

Por esta razón, cuando los pueblos luchan por sus intereses, aunque éstos estén basados en las industrias pesqueras, poco pueden hacer los naturalistas, y únicamente los hombres de Gobierno si recuerdan que *Quia Dominus dat Sapientiam; et ex ore ejus prudentia et scientia,* (1) pidiendo sus luces al Espíritu Santo podrán solucionar los gravísimos problemas que, como el que queda mencionado, encierra en sí la prosperidad ó la muerte de tan importantísima región de nuestra patria.

He dicho.

---

(1) Prov-cap II.—Ver 6.

DISCURSO DE CONTESTACION

al de entrada de D. Joaquín de Borja en la Real Academia de Ciencias y Artes en 20 de abril de 1902

POR EL

Dr. D. Jaime Almera, Pbro.

Académico numerario

Señores:

Una cuestión social candente suscitada en uno de los ángulos da nuestra Península, que constituye una de las más poderosas fuentes de riqueza de la misma, y trae dividido y tiene en pertinaz é intestina lucha á todo un pueblo, ha dado pié á nuestro estimado recipiendario, al brillante y luminoso discurso con que acaba de interesarnos gustosamente á todos por vez primera.

Elegido pór nuestra corporación socio suyo, en ocasión en que se había de nuevo dispertado en las rías de la rica y bella Galicia, con viveza sin igual, la pavorosa cuestión pesquera, que tiene todos los caracteres de social, determinó el gobierno de S. M., antes de fallar sobre la misma, asesorarse mediante personas de reconocida reputación científico-ictiológica y criterio rectísimo, que fueren á estudiarla sobre el terreno.

Para formar parte de esta comisión tuvo á bien el Ministerio, y esto por si solo basta para hacer su elogio académico, elegir á D. Joaquín de Borja, para que, en unión con los dos comisionados restantes, dictaminaran sobre cuestión tan embrollada, y le sirvieran de asesor en el fallo que debía dar sobre la misma, en la seguridad de que, así por sus vastos y profundos conocimientos ictiológicos, como por la rectitud de su criterio y madurez de juicio, propondrían lo más ajustado al derecho de una y otra parte.

Nada tiene, pues, de estraño, que entre las múltiples é interesantes cuestiones ó puntos de zoología en que pudiera haberse ocupado, haya sido el especíal de la pesca el que tenga cautivada en estos momentos su atención. Tema al parecer es este trivial para ser tratado en una solemnidad académica como la que estamos celebrando; más dista mucho de parecerlo, desde que se pesa bien y se tiene en cuenta el alcance del mismo, puesto que á más del interés histórico, industrial, comercial, económico y social que entraña, reviste altísimo interés científico, atendidos los conocimientos histórico-naturales aportados de contínuo por el ejercicio sistemático de la misma á las ciencias naturales.

Dejando, pues, aparte los primeros extremos que nuestro recipiendario tan magistralmente toca en su discurso, y fijándonos en la parte científica, no cabe duda alguna que la pesca sistemática ó arte de pescar, llena desde luego un alto

fin científico histórico-natural, como quiera que gracias al mismo, el hombre viene en conocimiento de un mundo de séres vivientes, que de otra suerte le serían totalmente desconocidos, y de ciertos misterios de la vida que de otro modo le serían impenetrables. A ella se debe el conocimiento de que existe la vida no sólo en todas las profundidades á que alcanza la luz, sino también en los abismos en que reina la más completa obscuridad y obran grandísimas presiones; á ella se debe el que el naturalista afilíe entre sí especies de animales que, según todas las apariencias, están completamente distanciadas, y gracias á ella, arranca el zoólogo de la mar sus habitantes para someter á su voluntad y observación directa la vida y desarrollo de las especies, cuyas costumbres, transformaciones, evoluciones y reproducción, por más que le interesara conocer, le sería imposible conseguirlo; y por fin, gracias á la misma, la Zoología, siguiendo el método de Cuvier, ha entrado en una fase nueva profundamente científica, pasando á la historia el que el padre de la historia natural fundó en su inmortal *Systema naturæ*.

Y en efecto, no satisfecho el naturalista ó biólogo moderno con el conocimiento del nombre de los animales y vegetales, sacado de sus caracteres exteriores, ha emprendido en nuestra época, aguijoneado por la sed del conocimiento completo de la organización, vida, evolución y costumbres de los séres vivientes, el estudio metódico y profundo de todo el animal, no muerto, sino vivo, valiéndose á este fin, no sólo de todos los medios químicos que tiene á mano, sino de los instrumentos y aparatos físicos más perfectos de que dispone la ciencia moderna. Para ello, ha puesto á contribución el arte de pescar, dirigiendo y destinando sus productos, no tanto á satisfacer sus necesidades orgánicas, como á llenar la noble aspiración de su espíritu sediento de ciencia y de verdad, ó sea de conocer, en cuanto le sea dable, los arcanos de la vida sobre el globo, completándolo á este objeto con la erección de estaciones y laboratorios zoológicos marinos.

Son éstos altas escuelas de zoología marina, creadas por el ingenio, industria y actividad científicas, abiertas al público de algunos años á esta parte, y establecidas en las costas de todas las naciones civilizadas de uno y otro continente. Montadas con todos los medios de estudio de que la ciencia dispone para hacer investigaciones así macro como microscópicas de los animales, enriquecidas con bibliotecas nutridísimas, provistas de materiales de estudio abundantes de toda suerte de especies así litorales como coralígenas y abisales, y dirigidas por profesores consumados en el arte de la investigación científica, prontos siempre á responder á las preguntas y á solventar las dudas que en tan difícil estudio de contínuo se ofrecen, á ella acuden no sólo jóvenes alumnos, sino doctores y profesores consumados, ó sea las eminencias del saber. De la prodigiosa actividad desplegada en estos laboratorios de tan reciente creacion, son prueba incontestable, por una parte, las ingeniosas, admirables y bellas preparaciones que adornan y enriquecen los Museos de Europa y América, encanto de los sabios y profanos; y de otra, los incesantes descubrimientos debidos á los concienzudos y pacientísi-

mos estudios así anatómicos como fisiológicos, que llenan las páginas de las producciones científicas de todos los países civilizados.

A tales obreros son debidas acabadas monografías zoológicas, á cual más concienzuda é interesante, llenas, por no decir abarrotadas, todas de pulcras y exactas figuras, en las que brillan las bellezas de la creación y la inflnita sabiduría de su Autor, además del sin fin de Notas, Comunicaciones y Memorias interesantísimas, que constituyen un cuerpo científico inapreciable de doctrina y de enseñanzas biológicas, el cual habla muy alto á favor de la imponderable, de la inmensa utilidad de tales establecimientos científicos en todos los paises del mundo civilizado.

De entre todos estos laboratorios-escuelas, es bien conocido el de Nápoles, por haqer sido el primero del mundo, y tal vez el más concurrido de todos por su excelente situación geográfica y riqueza de medios de estudio, al cual tuvo la fortuna D. Joaquín de Borja de ser destinado por Real Orden del Gobierno de Su Majestad Alfonso XII, á propuesta del Almirante de la escuadra de instrucción.

No hay que ponderar cómo y en qae grado aprovechó el corto tiempo que residió en aquel célebre laboratorio, ya que lo manifiestan claramente las preparaciones microscópicas en que predominan los estados embrionales y larvales y está representada toda la escala biológica animal, desde la célula constituída por el glóbulo sanguíneo de los escualos hasta el vertebrado adulto, y la rica colección de un millar de ejemplares de especies en estado adulto, entre los que sobresalen, apesar de su difícultad, los de animales blandos, no menos que las extensas y concienzudas Memorias llenas de consideraciones biológicas personales, relativas á las especies en las mismas enumeradas.

No se limitó á esta pesada y difícil tarea material de laboratorio, sino que la alternó con el estudio de cuanto se había escrito sobre los caracteres y leyes biológicas y costumbres de las especies marinas, y, sobre todo, de las que por su utilidad son objeto del pescador y sirven de base á ricas industrias, singularmente en nuestra península, á fin de hacerse no tanto con la destreza del disector, como con el conocimiento de lo que debe eonstituir el fundamento de una acertada legislación pesquera, enderezada á obtener las mejores ventajas, sin que se se siga por ello el agotamiento de los mares.

De regreso á España, fué destinado á la comisión central de pesca, á fin de utilizar, son palabras textuales de la Real Orden, «los conocimientos de que tan brillante prueba había dado»; á dar luego un curso de Zoología marítima á bordo del buque-escuela *Nautilus*, y á estudiar más tarde la zoología marítima de la costa catalana. Desde entonces acá, no ha dejado de mano el cultivo de las ciencias biológicas, antes bien las ha seguido y sigue cultivando y consagrándose asíduamente á las mismas, segun lo demuestran claramente los importantes trabajos que ha venido publicando sin cesar en la conocida *Revista de pesca marítima*, de la cual era uno de los más asíduos colaboradores, y las diferentes ponen-

cias que el Gobierno se ha servido confiarle sobre asuntos relativos á las mismas, asi de carácter peninsular como internacional.

Vida tan aprovechada para la ciencia, no puede pasar desapercibida del mundo de las ciencias naturales, en las cuales, gracias á su distinguida reputación científica, su nombre es pronunciado con respeto en los círculos científicos de la Península, sóbre todo cuando de Zoología marítima se trata, y ante los de las naciones civilizadas ha colocado muy alto el pendón científico del país, como lo han puesto simultáneamente con él nuestro consocio D. José Macpherson, en virtud de sus meritísimos trabajos de Petrología, y nuestro ínclito paisano don Santiago Ramón Cajal, con sus no menos brillantes y famosos descubrimientos histológicos del sistema nervioso.

A nadie, pues, sorprenderá que, en premio de tan grande laboriosidad y de los relevantes méritos de nuestro oficial de marina, además de la placa dc San Hermenegildo, insignia de haber salvado ya los cinco lustros de no interrumpidos servicios al Estado, sean numerosas las cruces que adornan su pecho y enaltecen su personalidad científica, no falten en él las placas del Mérito Naval de nuestro Reino, ni las encomiendas de las órdenes portuguesas de la Concepción de Villaviciosa y de N. S. Jesucristo, ni que la Academia le haya admitido y tenga á gran honor poseerle en su seno, para compartir con ella las tareas propias de su instituto y celebre hoy con solemnidad y júbilo sin igual el acto de la inanguración de las mismas por él efectuado.

He dicho.

PRESENTED
30 JUN 1902

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 18

SOBRE LA PRESENCIA DEL TRAMO KIMERIDGENSE EN EL MONTSECH Y HALLAZGO DE UN BATRACIO EN SUS HILADAS

POR EL ACADÉMICO

SR. D. LUIS MARIANO VIDAL

UNA NUEVA CICADA DEL KIMERIDGENSE EN EL MONTSECH

Provincia de Lérida (Cataluña)

POR

MR. FERNAND MEUNIER

Publicada en junio de 1902

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 18

SOBRE LA PRESENCIA DEL TRAMO KIMERIDGENSE EN EL MONTSECH Y HALLAZGO DE UN BATRACIO EN SUS HILADAS

POR EL ACADÉMICO

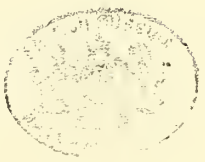
SR. D. LUIS MARIANO VIDAL

UNA NUEVA CICADA DEL KIMERIDGENSE EN EL MONTSECH

Provincia de Lérida (Cataluña)

POR

MR. FERNAND MEUNIER



Publicada en junio de 1902

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

NOTA

SOBRE LA PRESENCIA DEL TRAMO KIMERIDGENSE EN EL MONTSECH (LÉRIDA) Y HALLAZGO DE UN BATRACIO EN SUS HILADAS

por el Académico numerario

D. LUIS MARIANO VIDAL

Sesión del 27 febrero de 1902.

Está generalmente admitido que los depositos suprajurásicos faltan en la región de Narbona, Las Corberas y extremidad oriental de los Pirineos, asi como en el N. E. de España, porque hasta ahora los únicos datos paleontológicos que en ella se habían encontrado pertenecientes á la gran série jurásica, sólo acusaban el *lias*, es decir, la base de la formación.

Lapparent en su bello tratado de Geología, resume los conocimientos actuales diciendo (pág. 1231) que la Andalucía, donde los horizontes superiores del jurásico se desarrollan con facíes tithónica, viene á ser el punto por donde entra España en la provincia jurásica mediterránea, á la cual pertenecen las Baleares; y que, á lo sumo, podría considerarse á Teruel (capital del Bajo Aragón) como el punto más avanzado de los mares de esta época, ya que, según De Reims, hay en las cercanías de dicha ciudad un rudimeuto de *portlandense*.

Creo, pues, que tiene interés el descubrimiento que he hecho en mis correrías geológicas por la provincia de Lérida, toda vez que en el centro de esta provincia he hallado hiladas perfectamente caracterizadas del tramo *kimeridgense* en la sierra del Montsech.

Recordando lo que llevo dicho de la constitución de esta interesante sierra en 1875 (1), y últimamente en 1898, al describir el corte geológico del Montsech, pasando por Santa María de Meyá (2), con motivo de la Reunión extraordinaria de la Sociedad Geológica de Francia en Barcelona, mencionaré la forma especial de esta cordillera, que muestra en toda su longitud un ancho escalón que corre horizontalmente hácia la mitad de su altura, el cual presenta la particularidad de ser el asiento del *cretáceo superior* que forma la mitad más elevada de la sierra. El *cretáceo inferior* se encuentra siempre en la mitad baja de la misma, mostrando precisamente en el borde de dicho escalón la fauna de los lignitos urgoapten-

(1) Geología de la provincia de Lérida: región central.—Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España, 1875.

(2) Réunion de la Société Géologique de France á Barcelone.—Bulletin de la Soc. Géol. de France 1898.

ses de Utrillas, que descubrí en 1875, y ya, por debajo de este horizonte fosilífero, los únicos documentos paleontológicos que había encontrado hasta ahora, eran las ostreas y braquiópodos jurásicos del *lias medio,* que aparecen á un gran desnivel casi al pié de la vertiente meridional, cerca de la gran falla que ha hecho intestar con ella las capas numulíticas.

Pero quedaba entre dichas hiladas francamente cretáceas y estos sedimentos liásicos, es decir, del jurásico inferior, un potente macizo calizo que descansa sobre un grueso banco de dolomías aplicadas directamente encima de estas capas liásicas. Mas la falta de fósiles no dejaba adivinar ni la edad de aquellas calizas, ni la de estas dolomías: y como estas últimas son muy frecuentes encima del lías, esto es, guardando la misma posición que aquí, en otros puntos de Cataluña y del Mediodía de Francia, suscitóse durante dichas excursiones de la Sociedad Geológica de Francia, la duda de si las tales dolomías serían cretáceas ó jurásicas.

En el primer caso, las calizas que las cubren hubieran quedado indefectiblemente colocadas en la creta: pero en el segundo, podía caber aún la duda de si forman parte de la base del cretáceo ó de la cúspide del jurásico.

La Sociedad Geológica puso dichas dolomías en el lias. confirmando la opinión que he sostenido siempre: pero en cuanto á las calizas superiores, en mi corte citado del Montsech creí deber suponerlas jurásicas, fundándome tan sólo en los caracteres litológicos: pues son compactas, de textura muy fina, divisibles en lechos de todos gruesos, conservando siempre una superficie muy plana, y enteramente comparables á las calizas litográficas que se explotan en el jurásico superior de Baviera.

Felizmente, una cantera que se acaba de abrir (1) ha suministrado bastantes fósiles, que vienen a poner estas hiladas al nivel de las de Solenhofen, tan conocidas por la belleza de sus fósiles. No es raro encontrar peces é impresiones de plantas. Mr. Emilio Sauvage y Mr. René Zeiller, han respectivamente estudiado los ejemplares que he sometido á su exámen, y sus trabajos, describiéndolos, verán en breve la luz. Restos de una pequeña ave se perdieron por torpeza de unobrero. Un insecto es descrito en el presente número por Mr. Fernando Meunier.

Pero el hecho paleontológico de mayor importancia que han revelado estos lechos calizos, es la aparición de los *anfibios* en el centro de los terrenos secundarios: y este descubrimiento es lo que motiva principalmente la presente comunicación, pues he encontrado en ellos un batracio anuro del género *palæobatracus*, género que hasta ahora no se creía que pasase más allá de los terrenos terciarios.

---

(1) Aprovecho esta ocasión para expresar á los señores Palmada y Más, propietarios de esta cantera, mi reconocimiento por la generosidad con que han puesto á mi disposición todos los ejemplares que se han descubierto en los trabajos.

Bernard, en su tratado de Paleontología (1), dice (p. 789) que la ausencia de batracios en las capas jurásicas, tal vez se explique por el hecho de que, las formaciones de agua dulce son poco abundantes en esta época, salvo, sin embargo, el final de la misma.

Como Zittel dice (2) que los más antiguos é inciertos restos de batracios provienen, según Cope, del eoceno de Wioming: que el orden de los *anuros* tuvo su mayor desarrollo en el *oligoceno* y el *mioceno* de Alemania, Bohemia y Francia; y que el género *Palæobatracus* ya no se le cita más allá del mioceno superior, es decir, que su aparición data del terciario medio, hube de ver con asombro su presencia en un nivel geológico tan antiguo; por lo que, consulté mi hallazgo con el eminente paleontologista M. Alberto Gaudry, y éste ha confirmado con su alta autoridad la importancia de haber descubierto en el seno de la formación secundaria, un tipo cuya evolución es tan avanzada. A la verdad, la ciencia paleontológica es aún muy joven, me decía el sabio Director del Museo de París, á quien me complazco en dedicar la nueva especie, y sin duda su desenvolvimiento nos prepara aun muchas sorpresas.

Palæobatracus Gaudryi. nov. sp.
Fig. 1. Ejemplar en tamaño casi doble del natural.
Fig. 2. Vaciado en yeso, tamaño natural.

DIMENSIONES:

Cabeza: longitud=10 mm, ancho=9 mm.
Tronco=15 mm.
Húmero=5 mm.
Femur=9 mm.
Tibia=10 mm.
Tarso=5 mm.

El ejemplar está producido en hueco en la caliza litográfica. Todos los huesos han desaparecido en la fosilización, y sólo ha quedado en la piedra la impresión de su forma. Esto dificulta la descripción, porque muchos órganos son imposibles de reconocer. En la columna vertebral las vértebras no se distinguen, y sólo por la forma algo dilatada de su conjunto, se comprende que estarían provistas de apéndices articulados ó soldados sobre las apófisis transversas, como en los demás anuros. El *coccix* que se distingue bien entre los huesos *ileon*, guarda la forma especial y el tamaño relativo de las especies conocidas.

En la cabeza es imposible distinguir la impresión de los dientes que debían

(1) Bernard.—Éléments de Palèontologie.—París. 1895.
(2) Zittel.—Traité de Palèontologie. 1893. T. III, pág. 427.

existir en el maxilar superior. En concepto de Mr. Gaudry, es más estrecha, menos ancha por atrás que en las ranas de Europa y América y que en los galápagos comunes. Se aproxima un poco á la del Bombinator, y sobre todo á la del *Palæobatracus gracilis* Von Meyer, del oligoceno medio de Braunkolt de Giebles, representado por Wolterstorff, Lám. VII, pág. 83 (1). Los miembros anteriores y posteriores resultan algo más robustos que en los anuros actuales.

Comparando este paleontologista mi ejemplar con el de la *Rana aquensis* del oligoceno inferior de Aix, que se encuentra en el Museo de Historia Natural de París, encuentra que la tibia y el femur son mucho ménores en la especie de España, si bien en el ejemplar de Aix que figuró Paul Gervais (Zoologie et Paleontologie generales Pl. XLIX, fig. 1), resulta bastante diferente del primero, y sus patas son más cortas.

Respecto de los huesos del tarso, paréceme que no se presentan soldados por sus extremidades como en las ranas. En la fig. 1 que reproduce agrandado el ejemplar original y en la fig. 2 que dá en tamaño natural un vaciado en yeso, se ve al *calcáneo* y al *astrágalo* bastante separados por sus extremos anteriores: lo cual hace pensar que estos dos huesos estaban también libres por sus extremos posteriores, por más que aparezcan en contacto. Así, pues, si no me induce á error el estado del ejemplar, la especie de España nos ofrece estos huesos en el estado de independencia que, en la evolución, ha debido preceder al estado actual.

En las extremidades torácicas la impresión es menos perfecta que en las abdominales: uno de los antebrazos es poco reconocible: las manos han desaparecido del todo.

Por la lista de fósiles que doy á continuación, y que han salido de una cantera apenas empezada, puede esperarse que esta localidad dará, con el tiempo, abundantes riquezas paleontológicas.

Vertebrados.	Orden de los anuros. .	*Palæobatracus Gaudryi*, nov. sp.
	Clase de los peces. . .	*Lepidotus*, sp.
		L. Ilergetis, Sauvage.
		Propterus Vidali, Sauvage.
		Caturus Tarraconensis, Sauvage.
		Microdon af. *Egertoni*, Thiollière.
		Leptolepis Voithi, Agassiz.
		Æthalion Vidali, Sauvage.
		Æthalion Gigas, Sauvage.
Articulados.	Tribu Cicadidos. . . .	*Palæontina Vidali*, F. Meunier.
		Larva de un *Neuróptero?* según Mr. Oustalet.

(1) Wolterstorff.—Jahrbuch des natur wisenschafflichen für 1886. in 8. Magdebourg. 1887.

Vegetales.	*Sphenopteris* cf. *microclada*, Saporta.
	Zamites cf. *acerosus*, Saporta.
	Pagiophyllum cirinicum, Saporta.
	Cf. *Cordaicladus*.
	Pityophillum flexile, R. Zeiller.
	Pseudoasterophyllites Vidali, R. Zeiller.

Un nuevo cicadido del KIMERIDGENSE de la sierra del Montsech, provincia de Lérida (Cataluña)

por M. Fernando Meunier

Nota leída por el Académico D. Luis Mariano Vidal, sesión del 27 de febrero de 1902

Los stridulantes fósiles son aún poco conocidos. Butler consideraba la *Palæontina oolítica* como un lepidóptero Nymphálido afine con los géneros Caligo, Dasyopthalma y Brassolis de la América tropical.

Desde 1874, Studer combatió la opinión del naturalista inglés, haciendo notar que por la topografía de las nerviaciones alares, y más particularmente, por la presencia de una célula basal, este articulado no podía ser colocado entre las mariposas. A Brauer y á sus colaboradores es á quienes debemos noticias más precisas sobre la morfología alar de estos insectos. Estos autores, critican con razón las observaciones hechas por Oppenheim, y señalan que *Palæcossus jurasicus* es sinónimo de *Palæontina Oolítica* Butler. Basándose en una simple apariencia exterior, pensó Oppenheim que este curioso fósil tenía semejanza con los lepidópteros Cossideos. El exámen de la figura 4 de Oppenheim, reproducida por Brauer, demuestra perentoriamente que *Palæontina Oolítica* se clasifica entre las *Cicadæa.*

En 1874 y 75, Butler mencionó y figuró otros homópteros *Cicadellium Dipsas* y *Procus*, del Purbeckiense inglés. Los dibujos de estos hemípteros son demasiado imperfectos para determinar rigurosamente á qué género pertenecen.

El fósil del Portlandense de Solenhofen, llamado *Eocicada gigantea* por Oppenheim, tiene la facies morfológica de las Cicadæa. No puede menos que felicitarse al sabio conchiólogo berlinés, de haber bien interpretado la naturaleza de la impresión de articulado que tenía á la vista. Yo haré notar, sin embargo, que el dibujo restaurado del cuerpo de este oquenorinco, indica que no ha comparado con cuidado el detalle de la estructura torácica y abdominal de las Cicadæa europeas y exóticas. En el trabajo de revisión de los insectos fósiles del museo de Munich (1) yo he dado una reproducción fotográfica más exacta de la conservación de esta interesante cigarra jurásica. Brauer, Redtenbacher y Gangebauer, colocan *Palæontina Oolítica* en el género *Platypleura* Amiot y Serville, de la fauna etiópica actual. Participando de la opinion de estos autores, estoy inclinado á creer que las *Cicada, Tibicina*, *Cicadatra*, *Cicadetta, Platypleura*, *Tacua* y *Gaena*, no son sino representantes laterales bastante apartados del

(1) Meunier F.—Les insectes des temps secondaires. Archives Teiler, Serie II, T. VI, 2.ª parte, pág. 12 de la tirada aparte. Lám VI, fig.12, Hoarlem, 1898.

tronco primitivo de las *Cicadæa*, que ha dado nacimiento á las *Paleontina* y á los *Phragmatœcites*.

A juzgar por los Cicadidos fósiles actualmente conocidos, parece probable que han debido existir oquenorincos intermediarios entre las Palæontina, los Phragmatœcites y las especies terciarias de esta familia.

Don Luís Mariano Vidal, miembro de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, me ha hecho el obsequio de someter á mi exámen la impresión y la contraimpresión de un nuevo *Stridulante* que ha encontrado en las calizas del *Kimeridgense* de la sierra del Montsech, en Cataluña.

Para apreciar mejor la morfología del fósil español, es útil recordar que las *Palæontina* y los *Phragmatœcites* presentan los siguientes caracteres.

1. *Palæontina Oolitica*, Butler, (Brauer), Fig. 6.

Nerviación costal próxima al borde anterior del ala. Radius (subcostal) simple. Célula discoidal (mediana) enviando tres nerviaciones al borde posterior alar, del cual la primera vá reunida al radius (sub-costal) por una pequeña nerviación transversal. Sin nerviaciones transversales oblícuas más allá del medio del campo del ala como en los Platypleuros. Estigma invisible. Célula basal bien distinta, y en el mismo sitio que en el género precedentemente citado. Sin nerviación periférica. «Vena spuria» corriendo paralelamente á poca distancia del borde posterior del ala y reuniendo las longitudinales entre sí, como pasa en los Platypleuros donde esta nerviación limita las células apicales (Endzellen). Según M. Brauer, habían de existir también dos pequeñas nerviaciones transversales entre la costal y el radius (sub-costal). Cubitus como en los Platypleuros. Longitud alar visible, 36'2 $^{m}/_{m}$. Ancho alar, 19 $^{m}/_{m}$.

2. *Phragmatoecites Dumasi*. Oppenheim. Fig. 7.

Alas más estrechas, y proporcionalmente más alargadas que en *Palæontina Oolitica*. Butler. Célula basal bien distinta. Un pliegue alar cóncavo parte del apex del radius (sub-costal) que se encuentra á este lado del medio del ala y se termina en la extremidad del clavus. Este caracter no es apreciable en el ala del *Palæontina oolitica*. Cubitus emitiendo tres nervaduras al borde posterior del ala.

Longitud alar, 22'3 $^{m}/_{m}$.

Ancho alar, 9 $^{m}/_{m}$.

3. *Palæontina Vidali*. nov. sp. Fig. 3, 4, 5.

Por el grandor de las alas, el fósil del Montsech se aproxima al *Phragmatoecites Dumasi* Oppenheim y se aleja del *Palæontina Oolitica* Butler. El ala tiene casi la misma longitud que la primera de estas especies. Por su forma se aproxima más á la segunda.

El fósil español se distingue del *Phragmatoecites Dumasi* por el cubitus que no tiene más que dos nervaduras que terminan en el borde posterior del ala. En estas dos especies la célula mediana (discoidal) anterior es visiblemente más larga y más estrecha que la célula mediana (discoidal) posterior. El Stridulante de

Cataluña, tiene estas dos células casi tan anchas, y solo un poco más largas. El radius (sub-costal) es bifurcado como en los Platypleuros. (en la *Palæontina oolítica* es simple). (1) La diferencia es poco apreciable si se considera que en esta cicada hay una pequeña nervadura transversal que une la extremidad del radius (sub-costal) con la primera nervadura mediana (discoidal). Por la morfología de la horquilla del radius, *Palæontina Vidali* hace tránsito entre *Palæontina oolitica, Phragmatoecites Dumasi* y los Platypleuros.

No puedo distinguir traza alguna de nerviaciones transversales entre la costal y el radius (sub-costal).

Existen dos nerviaciones transversales oblícuas en medio del campo del ala. La primera une la tercera nerviación apical con el radius en el punto de donde parte la segunda apical. La segunda reune la tercera y la cuarta nerviaciones apicales.

Por estas anastomosis las nerviaciones citadas forman las células mediana (discoidal) anterior y posterior.

A excepción de la horquilla del radius (sub-costal) y de las dos nervaduras del clavus, hay pues, en realidad, cinco nerviaciones apicales que se reunen en el borde posterior del ala. Las dos nerviaciones del clavus, en parte invisibles, (su borde posterior es bien distinto) se reunen probablemente al borde posterior alar.

No se nota ningún vestigio de la nerviación periférica «Vena spuria». El Cubitus, que envía dos nerviaciones al borde posterior del ala, vá reunido al radius (sub-costal) por una nerviación transversal que forma por esta anastomosis la célula basal, como pasa en los Palæontina y Platypleura. No obstante la *Palæontina Vidali* tiene la nerviación mediana (discoidal) simple, mientras que es bifurcada en la *P. oolitica* y en las especies africanas del género *Platypleura*, donde dá nacimiento á las nerviaciones mediana (discoidal) y sub-mediana.

Ni en la impresión ni en la contra-impresión se puede distinguir traza alguna del pliegue alar cóncavo, que es bien apreciable en los Platypleuros, Phragmatoecitos y otros géneros de Cicadas.

Estigma bien visible. En la impresión no se vé más que una débil traza del contorno periférico de las alas posteriores.

Al contrario de lo que se vé en las Cicada, Tibicina, Cicadatra, Cicadetta y Platypleura, la nerviación periférica «vena spuria» parece faltar en la *Palæontina Vidali* sp. nov.

Longitud alar . . . . . = 22 $^{m}/_{m}$.
Ancho alar . . . . . = 11 $^{m}/_{m}$.
Longitud del torax. . . . . = 6 $^{m}/_{m}$.
Ancho del torax. . . . . = 8 $^{m}/_{m}$.

(1) Este caracter es poco visible, porque la parte del ala donde se encuentra el radius está alterada por la fosilización.

Longitud visible del abdomen . . . . = 5 m/m.
Longitud total presunta del abdomen = 9 m/m.
Ancho del abdomen . . . . . = 7 m/m.

En el estado actual de la Ciencia, se puede resumir del modo siguiente la clasificación de los cicadidos fósiles.

1. Célula mediana (discoidal) anterior menos ancha pero más larga que la posterior.
   a. Apex del cúbitus (sub-costal) emitiendo dos nerviaciones longitudinales al borde posterior alar. *Palæontina oolitica*. Butler. (Brauer).
   b. Apex del cúbitus emitiendo tres nerviaciones longitudinales al borde posterior alar . . . . . *Phragmatoecites Dumasi*. Oppenheim.
2. Celula mediana (discoidal) anterior, casi tan ancha y apenas más larga que la posterior.
   c. Cúbitus enviando dos nerviaciones longitudinales al borde posterior alar . . . . . *Palæontina Vidali*. sp. nov.

Más afortunado que mis predecesores, puedo dar por vez primera algunos detalles sobre la morfología del cuerpo de este género de Cicadidos.

La cabeza y el vertex ancho: los ojos prominentes. Pronotum dilatado en triángulo en los costados anteriores, y el mesonotum hemisférico. El primer segmento del abdomen muy próximo al torax: los 2.°, 3.° y 4.° segmentos equidistantes uno de otro.. La parte cónica del abdomen que ha sido destruida por la fosilización tenía probablemente 4 segmentos. Si esta hipótesis es exacta, el abdomen de los *Palæontina* tenía 8 segmentos como en los *Platypleura stridula et Capensis* Linneo.

En la contraimpresión se nota que el rostro alcanza los tres primeros segmentos del abdomen, mientras que termina apenas más allá del torax en las especies del género precedentemente citado.

Como se vé, es solo basándose en los caracteres alares como Scudder y Brauer han referido los Palæontina á los homópteros cicádeos. Si Oppenheim hubiese conocido mejor la morfología comparada de las alas de los insectos, no hubiera colocado su *Palæocomus jurasicus* (*Palæontina Oolitica* Butler) entre los lepidópteros Cossidios.

El exámen del fósil de Cataluña, comparado con el de las dos otras especies, me permite formular las conclusiones siguientes:

1.ª Los *Palæontina* y los *Phragmatoecitos* son oquenorincos que parecen propios de los terrenos secundarios.

2.ª La *Palæontina Oolitica* parece tener poco valor bajo el punto de vista pe la paleontologia estratigráfica, puesto que se ha encontrado en el ſura pardo.

en las capas de igual edad del Oeste de la Siberia, y en los esquistos de Stonesfield cerca de Oxford.

3.ª A juzgar por la fauna ictiológica del kimeridgense de la montaña del Montsech, que según D. Luís Mariano Vidal es la de los esquistos litográficos de Solenhofen, *Palœontina Vidali* sería probablemente contemporáneo del Eocicada del Portlandense de Franconia (Baviera).

El cuadro siguiente dá en resúmen el estado de nuestos conocimientos sobre las Cicadas fósiles.

Terrenos cuaternarios

Cuaternario moderno (1) (copal).	*Cicada* Bloch.

Terrenos terciarios

Tortonense del lago de Constanza (Suiza). Mioceno superior.	*Cicada Emathion.* Heer. *Cicada Aichhorni.* Heer. *Cicada bifasciata.* Heer. *Cicada Ungeri.* Heer.
Liguriense de Aix (Provenza). Oligoceno inferior.	*Cicada.* Marcel de Serres.
Ambar de la Baltiopia. Eoceno superior.	*Cicada* Berendt. Burmeister.

Terrenos secundarios

Portlandense de Solenhofen (Franconia).	*Eocicada microcephala.* Oppenheim. *Cicada Proserpina.* Weyenberger, Deichmüller.
Kimmeridgense del Montsech (Cataluña).	*Palœontina Vidali.* nov. sp.
Stonesfield states (Inglaterra).	*Palœontina oolitica.* Butler (Brauer).
Jura pardo (Este de la Siberia) (Jurásico medio).	*Palœontina oolitica.* Butler. *Palœcossus jurassicus.* Oppenheim.
Infralias.	*Cicada.* Brodie. Westwood.

Terrenos primarios

Ausencia del género *Cicada.*

Explicación de las figuras

Fig. 3 y 4.—Impresión y contraimpresión de *Palœontina Vidali*, ambas en caliza litográfica: tamaño poco más del doble del natural.

(1) Escala estratigráfica no determinada aún.

Fig. 5. —Restauración de las alas y del cuerpo del mismo insecto.

I. II.=Sectores.
Nervaduras.

bc.	borde costal alar.
c.	costal.
r.	radius (sub-costal).
st.	stigma.
fr.	horquilla del radius.
1 á 5. . . .	nervaduras apicales.
cc.	cubitus.
m.	nervadura mediana (discoidal).
nto.	nervaduras transversales oblícuas.

Células.

cb.	célula basal.
cr.	célula radial.
A. B. . . .	células medianas (discoidales).
cl.	clavus.

Nota.—Los cuatro segmentos apicales figurados de puntos no son visibles en el ejemplar.

Fig. 6. —Copia del *Palæontina oolitica*. Butler (Brauer).

Fig. 7. —Copia del *Phragmatoecites Dumasi*. Opphenheim.

INDEX BIBLIOGRÁFICO ESPECIAL

para el *Palæontina Oolitica* y *Phragmatoecites Dumasi*

1873—Butler et G.—On a fossil Butterfly belonging to the family nimphalida from die Stonesfield states near Oxford with notices of two aller foreing forms from France and Croatie. Geological Magazine. London. T. X. p. 3. fig. 1, 2.

1885—Oppenheim Paul.—Die Alsuen unserer Schmetterlinge in der Sekundär und tertiär periode Berliner Ent. Zeitschrift. Bd. XX. Hef. 1. II. S. 333. u. s. w.

1889—Brauer Fried.—Redtenbacher, Jos. und Ganglbauer, Ludw. Fossile Insecten aus der Juraformation Ost-Siberiens Memoires del' Academie Imperiale de Sciences St. Petersbourg t. XXXVI. p p. 14-16. fig. 18. 19.

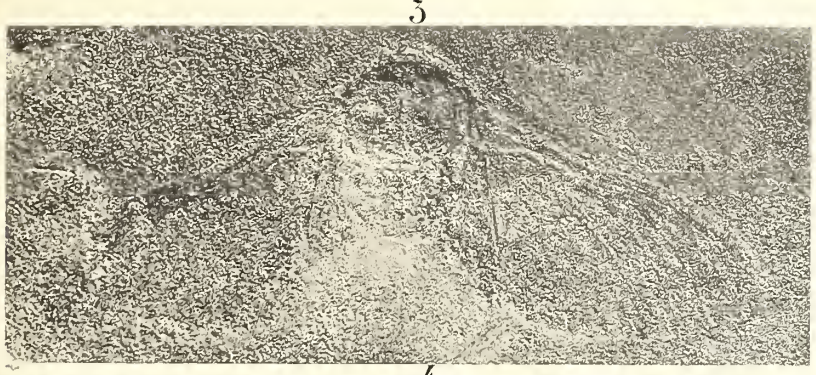
Para los otros datos concernientes á las Cicadas fósiles, se consultarán los trabajos siguientes:

1890—Scuder H.—A classed and anotated bibliography of fossil insects. Bull. V. S. Geological Survey. n.° 69 Washington.

1873—Index to the know fossil insects of the World including Miriapods and Arachnids. Bull. V. S. Geological Survey. n.° 71. Washington.

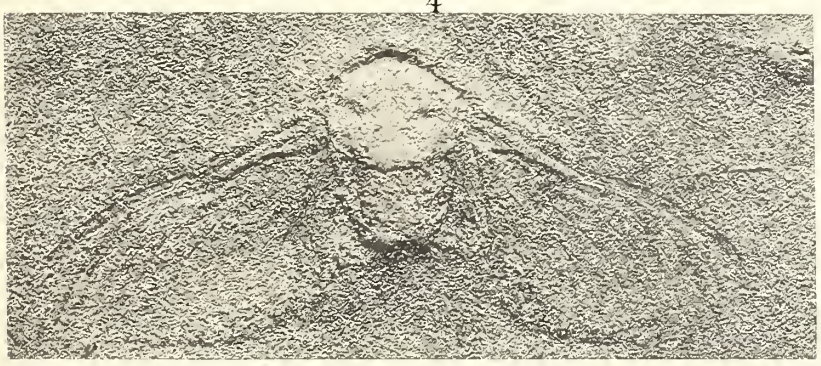
PRESENTED
30 JUN. 1992

3

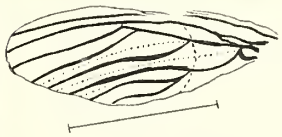


2

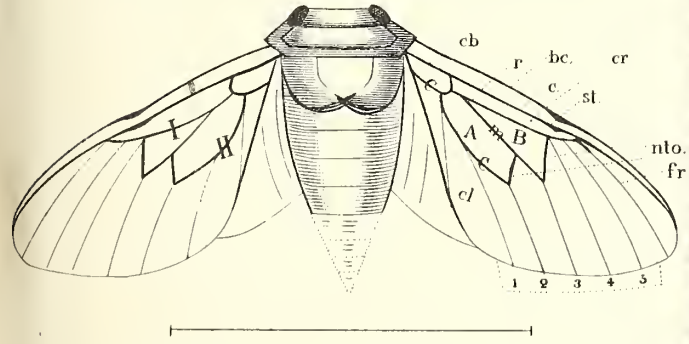
4



7



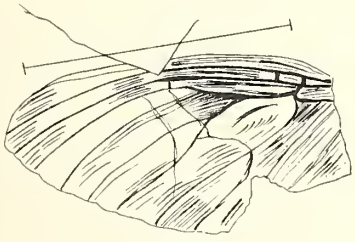
5



Louise Meunier del.

1

6



1. 2. Palæobatracus Gaudryi. nov. sp. — Nota de D. Luis Mariano Vidal
3. 4. 5. Palæontina Vidali. nov. sp. — Nota de M. Fernand Meunier
6. Palæontina Oolitica. Butler — id.
7. Phragmatœcites Dumasi. Oppenheim. — id

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 19

LA FUNDICIÓN DE BRONCES DE ARTE

Á CERA PERDIDA

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

D. FEDERICO MASRIERA Y MANOVENS

Publicada en junio de 1902

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 19

LA FUNDICIÓN DE BRONCES DE ARTE

Á CERA PERDIDA

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

D. FEDERICO MASRIERA Y MANOVENS

Publicada en junio de 1902

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

LA FUNDICION DE BRONCES DE ARTE Á CERA PERDIDA

por el Académico numerario

D. Federico Masriera y Manovens

Sesión de 28 de abril de 1902

Excmo. Sr.

Sres. Académicos:

Designado para hacer el trabajo de turno correspondiente á la sección 5.ª, el más escaso de facultades de todos los Académicos, desempeñaré mi cometido contando con la proverbial benevolencia que jamás me habeis negado.

El trabajo que tengo el honor de presentaros versará sobre:

LA FUNDICIÓN DE BRONCES DE ARTE Á CERA PERDIDA

Sea por lo reciente de la aplicación del procedimiento en España, sea por la escasez de publicaciones que traten de tales materias en nuestro país y sobre todo por el número relativamente reducido de los que aquí se interesan por las cosas de arte, es lo cierto que se desconoce casi por completo la fundición á *cera perdida*.

A llenar en cierto modo este vacío se encamina este modesto trabajo.

Desde remotos tiempos se viene empleando la fundición en bronce para la ejecución de la estatuaria y objetos de arte similares.

Es indudable que mucho antes que de los etruscos, los griegos y los romanos, la fabricación de objetos de bronce era ya conocida de los indos, los persas, los babilonios y los egipcios.

Fácil en cierto modo de fundir y prestándose para reproducir, tanto los más minuciosos detalles, como las obras más gigantescas, el bronce ha sido desde la más remota antigüedad un poderoso auxiliar de la escultura y arte suntuario.

Según Plinio, las primeras estatuas de bronce fueron fundidas en Samos, cinco siglos antes de Jesucristo por Teodoro y Rhoecus.

Lysippo, bajo el reinado de Alejandro, empleó nuevos procedimientos. En aquella época se fundieron los colosos de bronce en Rodas Olimpia ó Delfos.

En la notable obra de los hermanos Siret, «Las primeras edades del metal en el Sud Este de España» hallamos interesantes datos que atestiguan lo remoto del empleo del bronce.

En las escavaciones practicadas por ellos desde 1881 á 1887, descubrieron, no solamente armas, joyas y objetos escultóricos de bronce, sino moldes de are nisca y de micacea floja para la fundición de aquéllos.

En el capítulo IV de su mentada obra, dicen: «hagamos constar en fin el »hecho más grave que revela este estudio de las estaciones pertenecientes á los »primeros tiempos de la metalurgia, esto es, que el bronce aleación de cobre y »estaño, metal complexo que indica ya un conocimiento profundo de los procedi»mientos metalúrgicos, es sobre el suelo de la provincia de Almería tan antiguo »como el primer cobre». En opinión de los hermanos Siret, la metalurgia debió ser importada en España por un pueblo que quemaba sus muertos, unos 4.000 años antes de nuestro siglo.

Los bronces egipcios, los griegos, los chinos y japoneses, así como los preciosos ejemplares de la escultura que ostenta el museo de Nápoles, procedentes de las excavaciones de Pompeya, la estatua de Marco Aurelio, restaurada por Miguel Angel y tantos otros monumentos, atestiguan más y más el grado de perfección que alcanzaron los antiguos en sus fundiciones y la importancia que desde remotos tiempos dieron los artistas al vaciado en bronce para ejecutar y perpetuar sus obras escultóricas.

En la gloriosa época del renacimiento, los bronces de arte alcanzaron grande esplendor.

Las célebres puertas del baptisterio de Florencia debidas á Lorenzo Ghiberti, las admirables creaciones de Benvenuto Cellini, son otras tantas obras maestras que siguen siendo la admiración de los artistas y los aficionados. En aquella época memorable, los artistas cincelaban mucho sus esculturas y obras en bronce, supliendo las deficiencias de la fundición.

Benvenuto Cellini fué de los que luchó con más tesón buscando con afán nuevos procedimientos para ejecutar sus estatuas, que él mismo modelaba, fundía y cincelaba.

La fundición á cera perdida fué su procedimiento favorito.

Se comprende que el artista enamorado de su obra, en la que pone todo su ser, busque el procedimiento que con más fidelidad se la reproduzca, de ahí, que comparando los resultados obtenidos por la fundición á la arena con los de la fundición á *cera perdida,* se tenga marcada predilección por este último procedimiento.

Conocida es vulgarmente la fundición llamada á la arena, que se vale de moldes negativos compuestos de muchas piezas de tierra refractaria para obtener la pieza positiva de bronce por medio del vaciado del metal fundido. Obtener este molde negativo de una sola pieza para evitar los inconvenientes que ofrece la unión de tantas otras, sugirió á no dudarlo, la adopción del procedimiento de la fundición á cera perdida.

La obra de arte reproducida por medio de los moldes á piezas, requiere después de fundida un retoque á cincel de mucha importancia, retoque que no siendo ejecutado por el mismo autor que modeló la estatua, quita á ésta el valor personal artístico que aquél le diera.

Nuestros artistas contemporáneos siguiendo las corrientes de hoy y admi-

tiendo la división del trabajo, no suelen generalmente cincelar el metal como ha cían los del renacimiento. Debe confiarse esta tarea á especialistas cinceladores que por hábiles que sean, tenderán á desfigurar el original, ó cuando menos, harán desaparecer ciertos rasgos peculiares del autor, borrarán ó atenuarán su factura y sentimiento personales,

Además, como por el procedimiento de fundición á la arena, no es posible llegar á reproducir afiligranados y minuciosos detalles, ni ciertos relieves, ni dar excesiva delgadez á algunos accesorios, la fundición á cera perdida triunfa decidamente en las obras de arte. Es este procedimiento esencialmente artístico, pues conserva fresca, lozana y expontánea la factura del artista, respeta los más minuciosos detalles, acusa los oscuros, ostenta los relieves, parece que anima la obra de arte enalteciéndola, y cuando por fortuna es la de un genio y resulta obra maestra, cuando el escultor que la ha creado la modeló sin traba alguna, ni preocuparse de que tal ó cual detalle no se ha de poder reproducir porque la fundición no lo permitiría, parece que el objeto en bronce así reproducido adquiere nueva vida y perfección, y las adquiere de veras, pues si intrínsecamente no mejora la obra, la enaltece más y más, descubriendo, ostentando, haciendo resaltar sus bellezas. Y no solo el procedimiento dá al artista la ventaja de modelar su obra con libertad, sino que le alienta á buscar ciertos efectos imposibles de conseguir con el barro ni el yeso. Cuando el artista conoce bien el procedimiento y tiene en cuenta los efectos con que puede hermosear su obra, hace verdaderas maravillas al retocar el ejemplar en cera.

Con lo dicho se comprenderá que, un establecimiento que se dedique á esta clase de fundición, debe, para llenar bien su objeto, estar fundado sobre bases resueltamente artísticas.

No puede ser exclusivamente mecánico é industrial, debe haber también sentimiento artístico en casi todas las operaciones.

Citaremos algún ejemplo sencillo y hasta vulgar para demostrarlo.

Si se confía á una persona que no sepa dibujar, hacer el calco de un dibujo, tan sencillo como se quiera, aunque haya seguido con el mayor cuidado y pulso seguro todas las líneas del dibujo, la copia resultará distinta, y obra de quien no sabe manejar el lápiz.

Se copiarán cuidadosamente las letras de un manuscrito en un idioma desconocido para el que hace la copia y difícilmente resultará correcto. Para demostrar el fundamento de lo manifestado, haré una descripción del

PROCEDIMIENTO

Partiendo del supuesto de tener el modelo original de una estatua en yeso para reproducirla en bronce, se necesitará en primer lugar hacer un nuevo ejemplar en cera.

Este se obtendrá empezando por hacer un molde negativo de yeso dividido en bastantes piezas, con objeto de no destruir el modelo original sobre el que se

formará, pues cada pieza al adaptarse en la superficie del mismo para imprimir en ella todos los detalles, ha de poder separarse fácilmente.

Formando el negativo con el conjunto de piezas unidas entre sí, procede la operación para obtener el ejemplar positivo de cera. Para piezas pequeñas y ciertos detalles de las grandes, pueden hacerse negativos de gelatina, con lo cual se evitan gran número de piezas.

Disuelta la cantidad de cera conveniente compuesta de cera vírgen, parafina, trementina, cerecina y colofonia, se le añade una parte de color para quitarle á la cera su transparencia, dejándola con una tonalidad mate. Tiene por objeto esta coloración, que el artista encargado del retoque del ejemplar en cera se dé completa idea de los detalles del modelo y vea clara la obra sin transparencias ni reflejos que la desfiguren. Por medio de pinceles se aplica la cera, disuelta al fuego, sobre el molde negativo, dándole el mismo espesor que se desee tenga después el bronce.

Practicada esta operación, se separa la cera, ya fría, de los moldes negativos de yeso ó gelatina y se obtiene el ejemplar positivo de cera. Se unen las diferentes piezas que se hayan hecho y se monta la estatua para tenerla completa.

Obtenida esta reproducción de la obra, es cuando el artista la retoca, aviva y hasta modifica enriqueciéndola en detalles. Esta labor la ejecuta el artista valiéndose de hierros calientes y de igual forma que los que se emplean para modelar en barro.

Fácil es comprender que esta operación del retoque de las esculturas en cera es de índole puramente artística y solo á artistas debe confiarse. Por esta causa los autores tienen singular empeño en hacerse el retoque ellos mismos ó confiarlo al menos á artistas compañeros de su entera confianza avezados á esta clase de trabajos y cuidadosos de interpretar y respetar la obra ajena. Obtenido y repasado el ejemplar en cera, debe formarse el molde de arcilla ó tierra refractaria, que más tarde debe recibir el metal; más antes hay que disponer lo que luego serán conducciones del metal y puntos de salida de los gases.

Estas conducciones se forman con barritas de cera que se aplican en diferentes partes de la obra y se comunican entre sí, yendo á parar á un solo punto en la parte superior, ó sea por donde debe entrar el metal para distribuirse convenientemente.

Cada figura requiere una disposición diferente de estas conducciones, según su forma, tamaño, etc., etc.

Solo con gran conocimiento de esta clase de fundiciones y larga práctica puede hacerse bien esta operación.

También debe tenerse en cuenta que hay que sostener fijo y sin moverse un átomo, lo que ha de formar el núcleo ó *noyo*, parte interior del molde. Esto se asegurará por medio de grandes clavos que atraviesen la pieza de cera y se apoyen á la vez en las paredes exteriores é interiores del molde. Dispuesto todo lo

que se acaba de detallar. procede formar el molde de tierra refractaria. Este se compondrá de arcilla muy cocida reducida á finísimo polvo, mezclada con una parte de yeso muy fino también.

Disuelto lo cual en agua, se empezará por formar el *noyo* ó núcleo interior colocando en el centro para la salida de gases un tubo de hierro, y llenando el interior de la estatua en cera con dicha tierra líquida. Luego se aplicará tierra de la misma por fuera, procurando que se adapte bien á la superficie sin burbujas de aire; se le irá aumentando el espesor hasta formar un blok dos ó tres veces más grueso que la estatua.

El procedimiento usado por Benvenuto Cellini y seguido por otros muchos, consistía en hacer en primer lugar el núcleo ó *noyo,* cocerlo, aplicar luego la cera encima, retocarla y completar luego el molde con la aplicación de las capas exteriores de tierra.

Si se trata de una estatua de tamaño natural ó mayor, se formará el molde en el mismo foso ú horno donde debe cocerse. Consisten esta clase de hornos en una especie de foso revestido de ladrillo con emparrillado en ambos lados.

Una vez colocado el molde (en cuyo interior está la estatua de cera) en el horno indicado, se le construirá una pared por delante y una como bóveda ó techo en la parte superior, resultando quedar el molde encerrado entre cuatro paredes y un techo. Este tiene varios respiraderos á manera de pequeñas chimeneas.

Dispuesto así el molde, empieza la cocción por medio de leña que se vá colocando y hace arder en los emparrillados de que antes se trata.

El fuego debe ser lento, contínuo y progresivo sin interrupción alguna, desde que empieza, hasta que el ojo del director vé llegado el momento de terminar la operación.

A los pocos días de empezada la cocción se ha derretido completamente la cera que antes formaba la estatua, desapareciendo del molde y dejando en él el hueco que más tarde ha de llenar el bronce reemplazando á dicha cera, *perdida* ya, ó desaparecida, y adquiriendo la misma forma con todos sus detalles. Pero antes del vaciado en bronce, debe seguir todavía la cocción del molde hasta que el blok que lo forma llegue á rojo candente, con objeto de que la tierra que lo constituye resulte refractaria.

Se necesita también grande experiencia y excelente ojo para fijar el término de la operación de cocer el molde, pues puede fácilmente echarse á perder la obra, tanto por falta de tiempo empleado como por sobra.

El molde para la fundición de una estatua de tres metros de altura, necesita unos treinta días de fuego en el horno.

Cocido ya el molde, se le deja enfriar durante unos ocho días, cuidando de que quede bien cerrado por todas partes, sin rendijas ni agujeros por donde entre el aire. Se derriban luego techo y pared delantera, dejando el molde al descubierto. Se reconstruye una nueva pared delantera, formada de gruesos made-

ros, planchas de hierro, ó lo que se quiera, con tal que ofrezca gran resistencia, quedando otra vez el molde en el centro de cuatro paredes; se llena de tierra el espacio libre que queda alrededor del molde, se apisona fuertemente aquélla, dejándole enterrado por todos sus lados y solo con la superficie superior descubierta. Sobre esta superficie se forma una especie de receptáculo de tierra refractaria por el que debe vaciarse el metal.

Llegamos ya á la operación sensacional y por demás interesante del vaciado en bronce.

La operación en sí, nada tiene de artístico, porque es esencialmente mecánica; pero como reviste cierto aspecto teatral, no está exenta de peligros y entraña el éxito definitivo de una obra que ha costado largo y complicado trabajo, y por esto la llamamos sensacional.

En un horno de reverbero se habrá fundido la cantidad necesaria de bronce para llenar el molde de la estatua, que vá á fundirse, con sus conductos para que el metal se distribuya convenientemente, los de subida para los respiradores de gases y un sobrante prudencial para prevenir algún escape ó accidente imprevisto. Suspendido de una grua, un gran pote de hierro revestido en su interior de arcilla, se coloca bajo la canal del horno, destinada á dar salida al bronce fundido. Se taladra por medio de una larga pica de hierro la arcilla con que está cerrada la salida en la canal y aparece un chorro de *luz intensa,* podría llamarse, al bronce que radiante de claridad mana por la canal y vá llenando el pote.

Cuando el pote contiene la cantidad de bronce que se ha dispuesto, se traslada magestuosamente por medio de la grúa, iluminando el grupo de obreros que le rodea y acompaña, hasta el foso donde se halla el molde.

El fundidor director de la operación, ocupa su puesto junto al molde, señala é indica el momento y la manera de verter el metal. Por medio de un movimiento de la grúa y los que se dan mecánicamente al pote, éste se inclina y vomita inmenso y potente chorro de bronce candente, blanco y brillante que recibe el molde.

Los efectos de luz, la sensación que produce aquel cuadro, resulta nuevo siempre, siempre interesante.

Pronto se aprecia si la operación ha resultado relativamente bien. Si el molde ha absorbido sin dificultad ni interrupciones el metal, y se le vé subir por los conductos que antes dieron paso á los gases, el buen éxito es casi seguro.

Después de un día de descanso para que el molde se enfríe algo, empieza la operación de quitar la tierra del foso, desmoronar el molde y desenterrar la estatua de bronce. Esta aparece como entre rejas, pues lo que han sido conducciones del metal le dan tal aspecto.

Limpiar de tierra la estátua, desalojar la tierra de que está lleno su interior, cortar las conducciones, quitar los clavos que sostuvieron fijo en su puesto el núcleo ó *noyo,* es la tarea que sigue al vaciado ó fundición.

Después de aquélla, empieza la de quitar algunas rebabas, tapar con roscas del mismo bronce empleado los agujeros que dejaron los clavos, cincelar los si-

tios de acometida del metal y algún pequeño defecto. Lista ya la estatua, se limpia por medio de ácidos corrosivos y finalmente se le dá el tono ó patina, dejándola completamente terminada.

Mucho podría decirse sobre la historia de la fundición de estatuas y demás bronces dc arte; más como este trabajo deseo limitarlo exclusivamente á la fundición á *cera perdida,* terminaré con algunos datos sobre la introducción de este procedimiento en España.

No se ha distinguido ciertamente nuestro país hasta nuestros días, en las fundiciones artísticas. Examínense los monumentos existentes en España anteriores al siglo XIX y se verá que todas las estátuas de bronce fueron fundidas en el extranjero.

Lo fueron las estátuas ecuestres de Felipe III y Felipe IV, obras del florentino Pedro Tacca existentes en Madrid en las Plazas Mayor y de Oriente.

Las estatuas de bronce dorado del Emperador Carlos V y de Felipe II y sus familias, que se hallan en ambos lados del altar mayor de El Escorial, son obras de Pompeyo Leoni y su hijo.

Extranjeros son también los magníficos bronces de Leoni y otros, que pueden admirarse en el Museo y Palacio Real de Madrid y lo son también la multitud de estátuas fundidas en plomo que adornan las fuentes en los jardines de la Granja en el Real sitio de San Ildefonso.

Examinando los monumentos erigidos en España durante el siglo XIX, hallaremos varias estátuas fundidas en bronce á la arena ejecutadas en los Arsenales de Sevilla y El Ferrol y por algunos fundidores particulares. Hay en todas ellas, un trabajo de retoque extraordinario y fuerza es confesar que varias de estas obras pueden recomendarse muy poco como fundición.

Los dos leones que adornan el Palacio del Congreso, obra del escultor don Ponciano Ponzano, fundidos en Sevilla, fueron cincelados completamente en todas sus partes, trabajo que resultó largo en demasía y tan costoso que, por mucho menos de lo que se pagó solamente por el cincelado, se podrían fundir hoy á *cera perdida.*

Existen además otras obras erigidas en Madrid y alguna otra población de España, en el pasado siglo, antes de 1890, fundidas á *cera perdida*, en Roma, entre ellas, el grupo de Isabel la Católica del malogrado escultor catalán Manuel Oms, el de Colón en Granada y otras estátuas en Madrid, de Benlliure, Méndez Núñez en Vigo, de Querol y alguna otra.

Desde el año 1893 se han inaugurado gran número de monumentos en España en distintas poblaciones con estátuas de broce fundidas á cera perdida, todas ellas ejecutadas en la Fundición Artística de Barcelona de cuya dirección me ocupo. Barcelona ostenta algunas estátuas modernas fundidas á la arena por inteligentes fundidores entre ellos los Sres.. Usich, Comas hermanos, Vidal,

Wolghemut y Cabut quienes llegaron á hacer obras notables de fundición por el procedimiento á la arena, siendo muy dignos de aplauso de una manera especial los dos primeros por haber sido los iniciadores de la fundición de grandes estátuas en el actual renacimiento artístico.

No han faltado recientemente artífices inteligentes que hayan intentado fundir á *cera perdida;* pero no han pasado de reproducir algún objeto pequeño ó un sencillo busto.

La introducción formal y positiva de la fundición de grandes estátuas á *cera perdida* data en nuestro país de 1893.

En diciembre de dicho año en el establecimiento de fundición artística que tuve la honra de fundar, se fundió bajo la dirección del jóven D. Antonio Campins y Vila la primera obra de gran tamaño á *cera perdida.* Fué el grupo de tres figuras titulado "Gerona 1809", obra del escultor D. Antonio Parera que ostenta en una de sus plazas la immortal ciudad, gracias á la generosidad del malogrado patricio el Excmo. Sr. D. Fernando Puig, que costeó el monumento.

Los lazos de familia y de cariño que me unen á mi sobrino y consocio D. Antonio Campins, compañero mío inseparable en la espinosa tarea de cimentar y desarrollar la artística industria que nos ocupa, me vedan tributarle los elogios á que se ha hecho acreedor en su rápida carrera industrial y me limitiré á esponer los hechos.

Contaba el Sr. Campins veintidos años cuando después de algunos ensayos en la fundición de objetos pequeños, hizo una rápida escursión por Italia que duró escasamente un mes, visitó las fundiciones de Roma, Milán y Nápoles y á la vuelta fundió con escelente éxito el grupo "Gerona" de que antes se ha hecho mérito.

Desde entonces han sido muchas las obras que se han ido ejecutando bajo su dirección por el procedimiento de la fundición á *cera perdida* alcanzando la confianza y el favor de los artistas de más fama que muy pronto cesaron de enviar sus modelos al extranjero.

Como se trataba de un procedimiento nuevo en nuestro país, hubo que luchar al principio con grandés dificultades, ya por falta de algunos materiales, ya por la de operarios acostumbrados á cierta clase de trabajos, por la carencia de práctica, deficiencia de local, etc.

Todo tuvo que organizarse y formarse de nuevo. Estátua hubo que necesitó fundirse tres veces consecutivas; pero cuando se trabaja con fé y se lucha con tenacidad, se llega al fin propuesto.... y se llegó, venciendo todas las dificultades una á una. Después de aquel costoso aprendizage y montado un establecimiento con grandes elementos artísticos y mecánicos, la fundición artística á *cera perdida* tomó tal desarrollo, que durante los diez últimos años, en más de cincuenta poblaciones de España y algunas de América se han colocado obras de bronce salidas de la fundición artística Masriera y Campins, con las firmas de casi todos los escultores contemporáneos y gran número de arquitectos españoles. Figura también

algún escultor extranjero en la lista de los artistas, después de haber obtenido la casa el Gran premio de Honor en la Exposición Universal de París de 1900.

En este mismo salón de sesiones de la Academia existe el busto de bronce de su fundador el Rey D. Carlos III, fundido á *cera perdida* expresamente para ella; reproduciendo el modelo original que conserva la Real Academia de Bellas Artes en Madrid, debido al escultor contemporáneo de aquel monarca, Pascual de Mena.

Terminaré anunciando á la Academia que precisamente en estos días, la fundición artística que lleva mi humilde nombre, vá á tomar nuevos vuelos transformándose en Sociedad Anónima con el concurso de distinguidas personas amantes del progreso de las artes industriales de nuestro país y deseosas de fomentarlas y propagarlas. La nueva empresa se propone también establecer en esta capital un centro de exposición de bronces de arte y objetos decorativos para que el público pueda apreciar los avances de la industria nacional y ayudar á su desarrollo.

Si la nueva sociedad logra el éxito que es de esperar, quedará altamente satisfecho viendo que no han resultado estériles sus esfuerzos, el que acaba de molestaros con este deficiente trabajo.

He dicho.

PRESENTED
30 JUN. 1902

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 20

UN CASO DE FASCIACIÓN

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

CARLOS DE CAMPS Y DE OLZINELLAS

MARQUÉS DE CAMPS É INGENIERO DE MONTES

Publicada en agosto de 1902

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 20

UN CASO DE FASCIACIÓN

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

CARLOS DE CAMPS Y DE OLZINELLAS

MARQUÉS DE CAMPS É INGENIERO DE MONTES

Publicada en agosto de 1902

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

UN CASO DE FASCIACIÓN

por el Académico numerario

CARLOS DE CAMPS Y DE OLZINELLAS

MARQUÉS DE CAMPS É INGENIERO DE MONTES

Sesión del día 20 de marzo de 1902

SEÑORES ACADÉMICOS:

Cumpliendo un precepto reglamentario, que me impone el deber de presentar á la Academia de Ciencias y Artes de Barcelona el trabajo de turno correspondiente al mes de marzo, voy á embargar unos momentos vuestra preciosa atención, rogándoos disculpeis la pesadez de este trabajo y en compensación á vuestra cortesía, prometo ser corto, lo más breve posible, para analizar un fenómeno curioso que amenudo presentan los vejetales, tanto de orden superior como inferior, las criptógamas y las fanerógamas, los herbáceos y los leñosos, especialmente estos últimos, en sus frutos, en sus flores, en sus hojas y en sus ramas á veces, y en todos estos órganos á la vez en ciertos casos y determinadas especies, dando á su aspecto formas anormales, muy caprichosas y que saltan á la vista del más indiferente curioso y sin que dejen de ofrecer, amenudo, cierta belleza.

Este fenómeno, del cual es brillante muestra esta pequeña rama de la variedad glauca del *Evonymus Japonicus* Thun., arbusto de hojas persistentes de la familia de las Celastráceas, del orden de las Rámnidas, Subclase 3.ª Dialipétalas superiores, Clase 2.ª Dicotiledóneas, Suptipo 2.º Angiospermas y Tipo 4.º Fanerógamas, según la Flora española de D. Blas Lázaro é Ibiza, se caracteriza en botánica por tener las hojas sin estípulas, ovales, obtusas, dentadas, coriáceas, y frecuentemente con márgen blanco; pedúnculos comprimidos, bi ó trifurcados, más largos que las hojas; flores tetrámeras y cápsula casi globulosa con 3 ó 4 surcos. Florece en verano y se conoce vulgarmente en jardinería con los nombres de Evónimo y Bonetero del Japón. Es planta cultivada frecuentemente en los valles pirenaicos, en Olot, Berga, Torelló, Vich, Caldas de Malavella y baja en la costa hasta cerca de una legua del mar.

El ejemplar que tengo la honra de presentar fué recogido en 16 agosto de 1900, en un jardín de la casa Desprat de San Estéban de Bas, próximo á Olot, y fué cortado de un arbusto que mediría 1'40 metros de altura, plantado á Oriente y tocando las paredes de dicha casa, con una exposición general hácia el Oeste, dominado completamente por un *Sambucus nigra* L. y asombrado por la fachada Oriental de la indicada casa.

Si examinamos atentamente esta ramita, observaremos que su eje principal señala cinco puntos bien determinados, como si fueran entrenudos, y en los

cuales, al paso que es mayor el aplastamiento general de su tronco, como si todo él hubiese sido fuertemente comprimido por dos planchas acanaladas, cambia el eje de dirección, permitiendo su aspecto suponer que cada uno de estos, al parecer entrenudos, corresponde á distinto crecimiento anual, teniendo por lo tanto la ramita unos 5 años. Se observa también que las ramillas secundarias, escepto una, salen de la principal perfectamente cilíndricas, ofreciendo su aspecto normal y que la anormalidad sólo se presenta patente en la que arranca en el tercer entrenudo.

Las hojas salen de las ramillas secundarias, como normalmente lo hacen en las que no ofrecen variación á su aspecto normal y careciendo de ellas el eje principal entre sus entrenudos 1.°, 2.° y 3.°, presentándose escasas en la porción más aplanada del 4.°, señalándose una sola casi en el centro del 5.° entrenudo y presentando, por último, un buen manojo de ellas al terminar bruscamente este entrenudo. La ramilla anormal, que antes he citado, ofrece la misma particularidad que la que aparece como eje, ofreciendo sólo señales de lo que fueron axilas de las hojas, para terminar con un buen número de ellas. Por lo contrario, las ramillas normales ofrecen las hojas regularmente espaciadas á su rededor. Parece pues, como si en las ramas anormales al ensancharse, dilatarse aplanándose y acalanándose, hubieran sufrido un encortamiento y de ahí que sólo en la porción superior ó menos leñosa se distinguieran aquéllas.

Por último, conviene observar que una cara del eje principal de la ramilla presenta una entonación más amarilla: es la que miraba á Oriente; y la que miraba á la pared de la casa, presenta una coloración más verde, siendo en aquélla mayores las ramillas que de ella nacen, y estando más provistas de hojas. Es por el lado que la planta tenía más luz y escapaba al sombreamiento de la pared y del *Sambucus*.

Y, para completar esta descripción, añadiré que la mayor parte de las ramitas superiores de la planta presentaban análogo aspecto á la descrita, y que las ramas más viejas, así como los troncos que formaban la mata, no ofrecían en su forma aspecto de anormalidad.

Aparte estas diferencias, de forma externa, la planta vejetaba perfectamente y, como si todas sus porciones tuvieran la forma normal, no se percibía en su aspecto general más que la rareza de sus ramillas dilatadas y el esfuerzo de llevar todas sus hojas hácia la luz, al lado opuesto de la pared de la casa citada.

Tal es el caso teratológico que presento y que me servirá para analizar, someramente, el curioso fenómeno de la *fasciación*.

Es, evidentemente, la fasciación una como alteración que el vejetal sufre en las yemas terminales y á veces tambien axilares, que deforma ulteriormente una rama ó ramilla normal desde su orígen, deformación que sólo se hace patente en las porciones del vejetal de tegido poco leñoso, no sin duda porque la dureza de estos no consienta el aplastamiento, sino porque aquel nace en el meritallo,

cuando el tejido es celular, desapareciendo, despues, por cubrir los crecimientos sucesivos las fasciaciones de los primeros años. En secciones leñosas de ramas de fresno, fasciadas en su porción superior, he podido comprobar esta particularidad.

Y este cambio de forma externa en los tallos poco leñosos y sobre todo en las ramas, ramitas y ramillas, dejando de ser cilíndricas ó prismáticas y ofreciendo abigarrados y caprichosos aspectos, en forma de cinta ó cuerna, es fenómeno que reconocieron ya y estudiaron los más antiguos botánicos.

Fijando bien la atención sobre los surcos que presenta en sus porciones más anchas la ramita estudiada, ocurre la idea de que bien pudiera ser la fasciación, como sospechó Link y afirmó Saint-Pierre, la iniciación ó principio de otro fenómeno común en el reino vejetal, ó sea la partición ó separación longitudinal de las ramitas en dos ó más y cuyas ramillas sean iguales á la de que proceden, á la normal. De suerte que, los fenómenos de la fasciación y de la partición sean á los ejes vejetales análogos al de la ramificación ó desdoblamiento lateral ó paralelo de las hojas y de las flores y que no ha de confundirse no obstante, con las soldaduras que amenudo ofrecen las hojas, los pétalos y aun los estambres.

Tipos vejetales hay en que este estado anormal de fasciación es su verdadera forma normal; no otra cosa son, en mi concepto, los clodados ó ramas en forma de hoja de los Aspárragos, Bruscos y Xylophillas y aun las de los Nopales y Tunas y quizás los peciolos y tallos comprimidos, como puede verse en el álamo temblón, *Populus tremula* L. y en la *Poa compressa* L., respectivamente, formas expléndidas de variedades de fasciación.

Sintetizando estas observaciones, bien puedo afirmar que estos fenómenos no son más que difusiones de la sustancia vejetal en su estado naciente, en su estructura celular, cuando las influencias externas pueden dirigir ó influir, al menos, en estas espansiones sávicas, alterando la normalidad y dando lugar á la fasciación que, cuando se acentúa, puede llegar á la partición y en última consecuencia al desdoble.

Es fasciación cuando hay sólo la tendencia al aplanamiento ó á la separación de los ejes; es partición cuando la división longitudinal de los ejes se realiza y desdoblamiento cuando alcanza á producir la división de una sola hoja en varias,

Pero no hay difusión cuando la división consiste en pasar á ser, por ejemplo, dialipétala una corola normalmente gamopétala, á causa de haberse desunido entre sí los pétalos. Esto es otra cosa. Esto es un fenómeno de disyunción, que no hay que confundir con la difusión; porque ésta no se verifica, ni puede verificarse cuando los órganos están en su estado adulto ó en vias de alcanzarlo, si no que, ya he dicho, cuando su estado morfológico es de mero tejido celular, en una palabra, cuando nace.

Una rama cilíndrica normal puede, al ir creciendo, iniciar en un punto dado, un aplanamiento, una fasciación, y si termina el fenómeno, partirse longitudinalmente en varias, iniciándose así el cambio de forma, sucesivamente; pero

sólo cuando el órgano nace, cuando se forma, cuando su consistencia es sólo celular; nunca podrá observarse cuando el tejido ha pasado á ser fibroso ó fibroso-vascular.

Aunque no con frecuencia, preséntanse á veces soldaduras, verdaderos ingertos, casuales ó accidentales, entre varios órganos, dando lugar á que se confundan con expansiones ó difusiones parecidas á las que examino, ya en tallos herbáceos ó leñosos, ya en floríferos ó estériles, ya en pedúnculos de inflorescencia compuesta, como en la llamada capítulo ó en una sola flor, con ovario libre ó adherente ó ya en los carpelos, estambres, pétalos, sépalos ú hojas.

La fasciación, en suma, empieza con el aplanamiento del eje de la yema terminal, desde su aparición en las ramas ó ramillas, ó sea desde su formación en la axila de la hoja; la tendencia al aplanamiento aumenta á medida que crece el eje longitudinal y las fibras cada vez se separan más entre sí, de parecido modo á las varillas de un abanico á medio abrir, lo que, hasta la saciedad, demuestra que la fasciación nunca puede ser posterior á la formación de los meritallos que la dieron vida.

Este fenómeno es más general de lo que puede creerse, habiéndose observado numerosos casos, tanto en las plantas criptógamas como en las fanerógamas.

Entre las primeras he visto citadas, por algunos botánicos, el *Asplenium trichomanes* L. y *Scolopendrium officinale* Lm., y entre las segundas, he podido observarlo, varias veces, en piés de *Olea europea* L., *Pirus communis* L., *Lonicera caprifolium* L., y sobre todo en el *Fraxinus excelsior* L., que es en la especie donde más veces y con mayor claridad he podido observar esta monstruosidad. Es también común, según me informó nuestro distinguido compañero el señor Cadevall, en el *Spartium junceum* L., habiendo también observado un notable caso en varios piés de calabaza común, que presentaban varias ramas ensanchadas en abanico por su extremo, en cuyo borde se insertaba una fila de 5 ó 6 calabacitas.

Esto no obstante, no vaya á suponerse que esta anormalidad sea tan frecuente que pueda fácilmente contemplarse en casi todos los vejetales; nó, y esto no es porque no se forme muy amenudo, sino que depende de que, formándose sólo la fasciación en las ramas de consistencia herbácea, no es frecuente poderlo observar en ramas que ya se han endurecido, ya por el gran número de aquéllas que perecen antes de llegar al segundo año de su formación y antes de adquirir consistencia fibro-vascular, ya por que, si viven, las ramas fasciadas van dejando de hacerse ostensibles por lo que antes dije; esto es, que aún cuando el canal medular y la primera capa de madera, la correspondiente al primer año de la fasciación, permitan observar la anormalidad de su forma externa, va ella sensiblemente desapareciendo, gracias á que las capas leñosas cubren á la primera y van bajando de las ramillas y ramitas en donde tuvo origen el fenómeno, de suerte que, cubriéndola cada año con los correspondientes y nuevos anillos de creci-

micnto de primavera y otoño, logran que, en pocos años, recobre la rama que en su orígen fué fasciada, la forma normal, cilíndrica ó prismática según las especies. De ahí que observemos á veces, en los cortes trasversales de los troncos, que los primeros anillos de madera, los más próximos al estuche medular, no sean tan cilíndricos como los anillos de formaciones ó anualidades más recientes, y cuando su forma general ofrece aspectos alargados, más ó menos elípticos, no será aventurado inducir que allí hubo, cuando aquella capa, hoy leñosa. era herbácea, celular, una verdadera fasciación,

Por esto es raro poder presentar ramas como la que recogí, en la cual pueden observarse entrenudos correspodientes á varios crecimientos anuales y cuya contestura ya presenta caracteres de tejido fibro-vascular.

Ramas normales pueden dar orígen á ramillas fasciadas y ramas fasciadas, como resulta patente en el ejemplar presentado; pueden darlas á su vez ó todas normales ó todas fasciadas ó unas anormales y otras nó. Las yemas, en las fasciadas, suelen ser bastante numerosas y algunas veces pierden su situación relativa alrededor del eje, suspendiendo por la anormalidad la marcha regular de los ciclos apendiculares. En el ejemplar que he presentado, basta fijarse ligeramente para ver bien claro lo que acabo de consignar.

En una rama fasciada de una especie que ya he citado, en una *Lonicera caprifolium* L., pude observar además que á este fenómeno acompañaba otro de torsión, que la convertía en rampante y unas veces aquélla se presentaba de derecha á izquierda, para aparecer bruscamente luego de izquierda á derecha; singularidad bien sencilla, á mi entender, de esplicar, si se considera que las formas bizarras y caprichosas de las fasciaciones se deben á que, parte de ellas, una zona determinada del eje, crece más que las restantes, y claro está que cuando estas zonas coinciden con las dos caras aplanadas y una de ellas crece más que la otra, ha de doblarse necesariamente la primera sobre la segunda y dar lugar, sólo al parecer, á una rama rampante, y como el fenómeno de la fasciacion es sumamente original, original también es la forma de la torsión que puede unas veces girar á la derecha y otras á la izquierda y así sucesivamente. Las ramas fasciadas de la retama se presentan á veces arrolladas en espiral (no en hélice), ofreciendo un magnífico ejemplo de nutación.

La fasciación, además, se puede presentar, como ya he indicado, en las hojas y hasta en las flores, particularidad muy lógica y natural y que, verdaderamente, fuera ilógico no sucediera así, toda vez que, si las yemas que dan lugar á las ramillas pueden aplanarse al nacer, ¿qué razón pudiera aducirse para demostrar que no pueda hacerlo, del mismo modo, el tejido celular de las yemas que se resuelven en hojas ó en flores? De ahí las hojas fasciadas y las flores fasciadas que, en un período más adelantado del fenómeno, pueden llegar á partirse, y bien distintamente si se examinan con minuciosidad, con los casos de soldadura de diversos órganos en uno solo y que de momento, y al parecer, guardan cierta paridad.

Además, como me ha hecho observar el señor Cadevall, «á la fasciación, ramificación ó desdoblamiento lateral de los órganos apendiculares, pueden referirse los pétalos bipartidos de las *Stellarias*, los estambres estériles adjuntos á los fértiles de los *Allium*, los grupos estaminados de las Hiperícineas y las quince cajas verticales de la *Sida*».

»Mientras que corresponden á la fasciación ó desdoblamiento paralelo, los apéndices que llevan los sépalos de las Violas, las escamitas que, en su base, ofrecen los pétalos de *Ranunculus* y *Resedas,* las lígulas de la flor del cuclillo y otras del género *Ltchnis,* la brillante corona de los *Narcissus*, y singularmente del *Pseudonarcissus,* los grupos de estambres estériles de la *Parnassia,* los fértiles opositipétalos de las Diantáceas y los únicos que existen en las Primuláceas y, finalmente, los carpelos del *Melope,* dispuestos en casquete esférico».

Y como todo esto es sólo debido á una disposición especial del tejido celular, que tiende á organizarse, nó en una sola dirección, sino en varias, resulta además lógico y natural que aquellas flores fasciadas, una vez fecundadas, toda vez que á pesar de su anormalidad en la forma, son perfectamente normales fisiológicamente, dén frutos fasciados también, como se observa amenudo en las naranjas, que ofrecen formas verdaderamente monstruosas, singularmente caprichosas y perfectamente fecundas, tanto, que su semilla reproducirá siempre los caracteres específicos, no los de la variedad anormal que, causas accidentales, pudieron originar.

La fasciación no cambia, en una palabra, los caracteres específicos del vegetal, varía sólo, y aún temporalmente, la forma externa de las partes blandas.

Y ¿por qué se me dirá? Ah! Señores Académicos, ahí se levanta la barrera insuperable que separa á la criatura de su Hacedor, barrera que encontrará siempre la pobre inteligencia humana cuando quiera indagar las últimas causas de los secretos de la Naturaleza.

¿Sabéis, acaso, por qué razón el tejido celular, que se organiza en forma de yema, dá unas veces origen á madera, otras á hojas y otras á flores de tal ó cual sexo ó de los dos reunidos, según los piés y especies? Pues igual puede decirse: ¿por qué en la misma ramita de *Evonymus* que he examinado, la generalidad de las yemas que emitió un eje fasciado, dieron ramillas normales y sólo una lateral, otra anormal y todas las yemas terminales continuaron la fasciación?

He de confesaros llanamente que no lo sé ni puedo imaginarlo; sólo por inducción me atreveré á decir que, en el *Evonymus* que he examinado, me parece ha de haber contribuído mucho á su gran propensión á fasciarse sus ramas jóvenes el deseo constante de todos los séres vegetales, ó cuando menos, si se prefiere, su inclinación natural á buscar la luz y el aire, luz y aire que, en el caso que he descrito, le encarecen en extremo aquel *Sambucus nigra* L. que lo domina y la pared de casa Desprat á cuyo pié crece aquel bonetero.

PRESENTED
5 SEP. 1902

Cárlos de Camps: Un caso de fasciación en el *Evonymus japonicus* Thun.

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 21

MAS GRAPTOLITES

EN LA MOLE DEL TIBIDABO (BARCELONA)

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

DR. D. JAIME ALMERA, PBRO. CANÓNIGO

Publicada en agosto de 1902

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 21

MAS GRAPTOLITES

EN LA MOLE DEL TIBIDABO (BARCELONA)

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

DR. D. JAIME ALMERA, PBRO. CANÓNIGO

ref.

Publicada en agosto de 1902

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

MAS GRAPTOLITES

EN LA MOLE DEL TIBIDABO (BARCELONA)

por el Académico numerario

DR. D. JAIME ALMERA, PBRO. CANÓNIGO

Sesión del día 30 de junio de 1900

Linneo creó este nombre de Graptolitus, de *Graptos* escrito y *lithos* piedra, para significar un grupo de diminutos animales fósiles, de los cuales dió la primera figura en su obra *Viaje á Scania* (1751) y su primera descripción específica en la 12.ª edición del *Systema naturæ* (1). Realmente, á primera vista, aparecen como caracteres literarios escritos en la piedra: unas veces se encuentran en piedras arcillosas ó areniscosas, ordinariamente de estructura pizarrosa, otras en calizas, más ó menos compactas, estratificadas.

Estos curiosos animales pertenecen al grupo de los Pólipos, cuyo nombre, ya por mantener ó conservar la memoria de los fundadores de la ciencia, ya por no revestir grandes ventajas su substitución, como dice muy bien M. Gaudry, no debe ser reemplazado por el de Celenterados, como se ha dado en hacer modernamente por los naturalistas.

Fueron, por lo tanto, animales marinos y al parecer pelágicos, de vida flotante en alguna época, cuando menos, de su vida, y, á la manera de los Hidroides, formaban colonias que nadaban libremente en el mar, como los Sifonoforos actuales.

Siendo, pues, restos de un grupo extinguido de Hidroides, se componen de un hidrozoma quitinoso de forma muy prolongada, estrecho, más ó menos aplanado, simple ó ramificado, desarrollado ya en un plano, ya en espiral ó en varios planos. Sus hidrotecas ó celdillas tienen origen en un canal comun, cilindroide, continuo, sin tabiques, en el cual se abren por su base, formando una sola série á lo largo de un eje sólido, ó dos séries simétricas á los lados de este eje, viniendo á ser en este caso por su estructura fundamental, dos políperos de una serie de celdillas cada uno, adheridos simétricamente entre sí. El eje se prolonga de ordinario un poco más allá de la celdilla formando el *funículo*, que se adhiere á la *sícula* ó celdilla embrionaria, la cual ofrece el aspecto de una pequeña punta triangular, corta y acerada, dando orígen por gemación á uno ó muchos ejes tubulosos sostenedores de las hidrotecas ó celdillas.

Estas, contiguas ó más ó menos separadas unas de otras, son siempre, en

(1) Vol. III, Pág. 174, n.º 7.

mayor ó menor grado, oblicuas con relación al eje que las sostiene, formando con él un ángulo que varía, según las especies, de 10° á 90°. Su forma es muy variable, lo mismo que sus aberturas interior y exterior, lo cual suministra caracteres específicos muy importantes, sobre todo esta última, que es susceptible de variar de dirección y figura.

Respecto á su sucesión en el tiempo, si bien tienen, como otros grupos de animales paleozoicos, una vasta extensión geográfica ó superficial, se distinguen de todos ellos por presentar una extensión vertical muy limitada, pues que está reducida al sistema silúrico ó sea al conjunto de los terrenos cambriense, ordoviciense y gotlandiense, correspondientes á las faunas 1.ª, 2.ª y 3.ª de Barrande, según ha demostrado M. Lapwort de Birmingham. Alcanzaron su mayor desarrollo en géneros y en especies en la mitad de este largo periodo, ó sea en la época de Llandeilo, siendo de notar que los Monográptidos, ó de una sola série de hidrotecas, corresponden al gotlandiense ó silúrico superior y los Didimográptidos y Dicellográptidos, ó de dos series de hidrotecas, al ordoviciense y cambriense.

La mayor parte de familias tuvieron una duración muy corta, pues, á lo más, se encuentran en un sólo terreno ó nivel estratigráfico, sin que pasen á otro ú á otros de entre los muchos niveles que se distinguen ó registran desde la época cambriense á la gotlandiense. Más corta todavía la tuvieron los géneros, pues los *Tetragraptus, Loganograptus, Dichograptus* y *Retrograptus* están limitados al nivel del Arenig (base del ordoviciense); los *Plerograptus, Amphigraptus, Cœnograptus* al del Llandeilo superior, los *Rastrites* al de Llandovery-Tarannon y los *Cyrtograptus* al de Wenlock-Ludlow y más aún debieron tenerla, como es natural, las especies, pues muchas de ellas pueden considerarse como propias de pisos y algunas como características de ciertas zonas, ya que sólo durante aquel momento geológico preciso vivieron.

Por esto, cuando se recorren los pliegues sinclinales paleozoicos, siguiendo la dirección de las capas levantadas, por el mismo borde del sinclinal, las faunas que se encuentran son invariables y viceversa, varían rápidamente aun entre cortas distancias, cuando se pasa de uno á otro borde de los sinclinales.

El descubrimiento, pues, hecho por M. Lapworth de la localización de varias familias, géneros y especies en los diferentes niveles silúricos y su inmensa diseminación geográfica ú horizontal permite actualmente paralelizar los depósitos de este periodo en todo el mundo, y fijar en consecuencia su edad, por distantes ó separados que estén unos de otros, con sólo examinar los Graptolites que contienen.

De ahí la importancia que tiene el ir en busca y descubrir los restos fósiles de este grupo en los terrenos paleozoicos, puesto que son verdaderos cronómetros, que prestan, en lo relativo á las divisiones y subdivisiones de los terrenos silúricos, los mismos servicios que han prestado los Ammonites para las divisiones y subdivisiones del terreno jurásico en toda Europa.

En nuestros contornos el primer Graptolites (*Monograptus priodon*) lo hallé

en la vertiente N. del Puig Castellá, sobre San Vicens dels Horts, y lo publiqué clasificado y dibujado por el especialista en este grupo de Hidrarios M. Lapworth, en el número de 28 de marzo de 1891 de la *Crónica Científica*. Recorriendo la comarca para la continuación del mapa geológico de la Provincia, hallé otro ejemplar más tarde sobre la fuente de Aragay, cerca del mismo pueblo de San Vicens dels Horts, en la vertiente N. de la loma de can Pascual, lamida por la *riera* de Torrellas, y luego hallé otros yacimientos, ya en el pico de Montcada, ya en el cerro de can Mora, encima el Coll de Vallcarca, ya debajo la Torre-Vileta de Cervelló, en el torrente del Guadaló ó de can Sala.

Mandados todos los ejemplares recogidos á M. Barrois, tuvo la amabilidad de estudiarlos, á instancias mias, y publicó la lista de las especies determinadas ó que pudo reconocer en los tomos XX y XXVII de los *Annales de la Société géologique du Nord*, correspondientes respectivamente al 19 de mayo de 1892 y al 10 de julio de 1898.

Ultimamente, en este curso, con ocasión de verme obligado á recorrer de nuevo esta mole con el fin de comprobar unos límites y de rectificar otros de los diversos terrenos en ella contenidos, en atención á las observaciones hechas por los dignos y sabios miembros de la sociedad geológica de Francia, que se sirvieron visitar nuestra región en 1898, haciéndola objeto de su Reunión extraordinaria de aquel año, he descubierto varios otros yacimientos de estos mismos animales, que me han hecho modificar y rectificar los límites que había atribuído, en la primera edición de la hoja 1.ª de esta provincia, á los diversos tramos silúricos en ella reconocidos, según se podrá ver en la 2.ª edición de dicha 1.ª hoja del mapa geológico que está en curso de publicación.

El 1.º lo descubrí en los filadios blancos calcáreos arcillosos que sostienen las calizas silúricas con *Cardiola interrupta*, que coronan el monte de Santa Creu d' Olorde; el 2.º, en los filadios blancos del Coll de la Mata ó Pas dels Lladres, mitad del camino de Vallvidrera á Santa Creu; el 3.º, en las pizarras grises del lado occidental de can Tintoré, cerca de San Bartomeu de la Cuadra, ó sea entre Molins de Rey y esta parroquia; el 4.º, en las pizarras areniscosas rojizas de la loma de la Cruz del castillo antiguo de Cervelló, y el 5.º, en las pizarras arcillosas verdes obscuras de debajo la ermita de Ntra. Sra. del Remey de Cervelló, en cuya loma se los vé á cada paso.

Algunas de las especies en estos nuevos yacimientos halladas, son las reconocidas por MM. Barrois y Lapworth, procedentes de los primeros yacimientos descubiertos, pero además de éstas; contienen otras varias, que no se han registrado en los mismos, si bien todas pertenecen al piso silúrico superior ó silúrico propiamente dicho.

Estas nos dirán que se pueden distinguir aquí, como acontece en Inglaterra, en Francia, en Escandinavia, en Suecia, en Bohemia y en Cerdeña, diversos niveles graptolíticos, los cuales vienen á ser otros tantos mojones que nos sirven perfectamente para paralelizar nuestros terrenos silúricos con los de aquellas

regiones, sobre todo las septentrionales, fundados en la limitada extensión vertical ó corta duración de las especies de este grupo.

En efecto, el examen de esta fauna estudiada por M. Barrois y la misma es tratigrafía indican que se pueden distribuir, de abajo arriba, en cuatro tramos ó niveles según el orden síguiente:

1.er nivel ó tramo de Sta. Creu d' Olorde

Piso de can Ferrés, de M. Barrois.

En el nivel ó plano de la parroquia de Sta. Creu, debajo de la mole calcárea con *Cardiola interrupta* que corona el monte por la parte del E., existen filadios blancos, finos, silíceos algunos de ellos (ptanitas), sobre los que está edificado can Ferrés, y en ellos, lo mismo al lado E. que al O., debajo de la masa caliza, he descubierto un yacimiento, en el cual, entre varias otras especies indeterminables, se han podido reconocer las siguientes:

Diplograptus sinuatus Nich.
» *palmeus* Barr.
Monograptus crenularis Lapw.
» *lobiferus* Mac Coy?
» *lobiferus* Mac Coy, var. *Marri* Perner.
» *gemmatus* Barr.
» *convolutus* Hisi.
¿Rastrites
¿Retiolites

Al E. de Sta. Creu, mitad del camino de Vallvidrera, en el sitio llamado Coll de la Mata ó Pas dels Lladres, casi al mismo nivel geográfico de can Ferrés y de la parroquia citada, se encuentra una faja de pizarras blanco-grises, silíceas, en las cuales he recogido, entre otras indeterminables, las especies siguientes:

Monograptus proteus Barr.
» *communis* Lapw.
» *attenuatus* Hopki.
» *jaculum* Lapw. in Perner
» cír. *Halli* Barr.
» *latus* Mac Coy?

En el lado opuesto del Llobregat, ó sea en la parte del SO. del río, integrada por filadios paleozoicos, he recogido en las pizarras blancas silíceas del Mas Durán (San Vicens del Horts) el

Monograptus convolutus His.

y en las pizarras blancas, grises ó amarillentas de Brugués (Gavá), he podido recoger una série más rica de ejemplares y de especies, de entre los cuales se han podido determinar por M. Barrois las siguientes:

Monograptus proteus Barr.
» *Hisingeri*, var. *jaculum* Lapw.
» *Hisingeri*, var. *nudus* Lapw.
» *concinnus* Lapw.
» *vomerinus* Nich.
» *nuntius?* Barr.

cuyo yacimiento, aunque perteneciente al piso de Sta. Creu, por su fauna, parece ser algo superior á los anteriores, en opinión de M. Barrois (1).

Todos estos yacimientos, según dicho autor, atendido el conjunto de su fauna, pueden paralelizarse con el piso de las ptanitas del Anjou y pertenecen al piso inglés de Llandovery.

2.° TRAMO Ó NIVEL INFERIOR DE CERVELLÓ

Piso de Camprodón, de M. Barrois.

Junto á la Torre Vileta de Cervelló, donde están representadas á la vez varias zonas graptolíticas, es de notar la inferior situada debajo la misma torre, en el cauce del torrente Guadaló, si bien muy poco caracterizada, no por falta de especies, sino por la dificultad de clasificarlas, á causa del mal estado de los ejemplares hasta el presente recogidos. Entre ellas se han podido reconocer los

Monograptus jaculum Lapw.
» *Salteri?* Gein.

Este nivel, que pertenece, según M. Barrois, al piso inglés de Tarannon, está perfectamente caracterizado y representado en cambio en Camprodón, á las puertas casi del mismo pueblo, en cuya localidad mi aprovechado discípulo reverendo Norberto Font, Pbro. ha recogido las siguientes especies, clasificadas por M. Barrois:

(1) Bulletin de la Soc. Géol. de France. 4.ª série Tom. I, pág. 638. 1901.

Cyrtograptus Grayi Lapw.
Monograptus turriculatus Barr.
» *Hisingeri* Carr.
» *concinnus* Lapw.
» *priodon* Bronn
» *galaensis?* Lapw.
» *lobiferus?* Mac Coy
» *Becki* Barr.
» *gemmatus* Barr.

Esta lista de especies identifica, según M. Barrois, el piso de Camprodón con el de las ampelitas de Poligné (Bretaña), con las de Pales-Rases y de Sentein (Pirineos).

3.er tramo ó nivel de Gracia y S. Bartomeu de la Cuadra

Piso de Gracia, de M. Barrois.

Debajo de can Ferrés, y de consiguiente á un nivel geográfico más bajo, existen en la vertiente O. del monte de Sta. Creu d' Olorde, otros yacimientos compuestos de filadios arcillosos, grises ó blanquecinos, en los cuales se presenta, entre otros, el

Monograptus priodon Bronn

Tales son, en primer lugar, los filadios blanquecinos de debajo la caliza de Castell Sigró (Molins de Rey). En segundo lugar, los filadios grises ó negruzcos divididos en grandes placas, de las cercanías de casa Tintoré, lado SO. (San Bartomeu de la Cuadra), los cuales contienen el *Monograptus priodon* citado y una variedad del mismo encorvada, cóncava en la parte próxima al hidrosoma, como sucede en los tipos de Bohemia y distinto, por tanto, de los tipos ingleses. Este yacimiento contiene, además de otras especies difíciles de clasificar, los

Monograptus jaculum Lapw.
» *basilicus?* Lapw.
» *Riccartonensis?* Lapw.

Este nivel está también representado en la parte opuesta del río Llobregat, lado O., así en los filadios blancos de entre S. Vicens dels Horts y la Torre Vileta, que integran la loma del Puig Castellá (1), los cuales contienen asimismo el

(1) *Importancia del descubrimieuto del* Monograptus priodon *en San Vicens dels Horts*, Crónica Científica. 1891.

Monograptus priodon Bronn,

como debajo de la Torre Vileta, de Cervelló, en la série de filadios ampelíticos arcillosos, que contienen

Monograptus Riccartonensis Lapw.
» *colonus* Barr.
» *Hisingeri* Carrut., etc.

Más cerca de Barcelona, ó sea detrás de Gracia, en la pequeña hoyada de Can Montané, adquirida recientemente por D. Eusebio Güell, existe también un yacimiento graptolítico de pizarras compactas ampelíticas, en las cuales se han reconocido los

Monograptus priodon Bronn
» *dubius* Suess

y además ejemplares malos, que recuerdan formas características de niveles más recientes, como sucede junto á la citada Torre Vileta. Tales son:

Monograptus vulgaris? Wood
» *Nilssoni?* Barr.

En opinión de M. Barrois, el conjunto de estas especies permite atribuir estos yacimientos al piso de las ampelitas de la Menardais, de Andouillé en Bretaña, de Montmajou en los Pirineos, las cuales pertenecen al piso Wenlock inferior de Inglaterra.

4.º TRAMO Ó PISO DE CERVELLÓ, *de M. Barrois.*

(*Nivel superior de la Torre Vileta*)

En el término de Cervelló, en la loma de la cruz del Castillo ó parroquia antigua, se presenta en las cercanías de la citada Torre Vileta, junto al camino del Remey, una formación de pizarras rojas, llenas en varios puntos de graptolites sulfurosos, alterados y deformados, pero no aplastados en la roca, como en otros de los yacimientos citados. Los ejemplares, por más que no sean bien determinables, recuerdan:

Monograptus Nilssoni Barr.
» *uncinatus* Tullb.
» *colonus* Barr.

pertenecientes al piso de Ludlow (Inglaterra).

Esta atribución viene confirmada por la presencia á un nivel inferior de la misma loma, vertiente norte, de especies de este piso, contenidas en filadios negros ampelíticos, junto al cauce mismo del torrente Guadaló. Tales son:

Monograptus colonus Barr.
» *Nilssoni* (non *tenuis*) Barr.
Cyrtograptus cf. *moniliformis* (non *Murchisoni*) Tullb.

A este mismo nivel pueden referirse los filadios de Vallcarca y de encima el Coll, vertiente NO. del Turó den Mora de debajo las calizas devónicas y los esferoides calizos en ellos contenidos con *Ceratiocaris*, en los cuales he recogido:

Monograptus Roemeri Barr.
» *Flemingii* Salt.

lo mismo que los filadios blancos y esferoides de lo alto del pico de Montcada, que han suministrado:

Monograptus colonus Barr.
» *Roemeri* Barr.

El conjunto de la fauna hace colocar, según M. Barrois, estas capas en el nivel de las que en Francia son referidas al nivel del Wenlock superior, según lo que resulta de su cuadro de las faunas graptolíticas de Francia (1), que corresponde al de Ludlow de Inglaterra.

Es de advertir que estas faunas se encuentran reducidas aquí, como en Francia, á ciertos horizontes generalmente de muy poco espesor, formando bandas ó fajas que se destacan por su facies de entre el conjunto de las pizarras, y en las cuales abundan extraordinariamente los individuos. De ordinario están aquellas bandas constituídas por pizarras finas, blandas, calizo-arcillosas, de color blanco, negro (ampelíticas), gris ó rojizo, de textura areniscosa, en cuyo caso son más duras, porque en ellas abunda la sílice.

De la precedente exposición y de las especies de Graptolites recogidas en nuestras vecinas montañas, se deduce: 1.° que pueden distinguirse y admitirse en ellas cuatro tramos ó niveles graptolíticos pertenecientes todos al período gotlandiense ó silúrico superior (silúrico propiamente dicho) 2.° que éstos corresponden á cuatro pisos distinguidos por los autores ingleses en el gotlandiense en la siguiente forma de arriba abajo:

4. Nivel superior de Cervelló.. . . . . *(Ludlow).*
3. Nivel de Gracia.. . . . . *(Wenlock).*
2. Nivel inferior de Cervelló. . . . . *(Tarannon).*
1. Nivel de Sta. Creu d'Olorde (Can Ferrés). . *(Llandovery)*

(1) Ann. Soc. Géol. du Nord, XX, 1892, pág. 190.

3.° que las capas de Llandovery y de Tarannon se extienden desde el Norte de Europa hasta el Mediterráneo; y no sólo hasta Cerdeña, sino que alcanzan á Barcelona; 4.° que el vasto mar graptolítico tuvo en aquella época su mayor amplitud, cubriendo no sólo, como dice M. Tornquist, la Europa desde Escandinavia á Cerdeña, sino toda la Europa septentrional, central y meridional; 5.° que debió reinar en todo este extenso mar la suficiente tranquilidad, como dice M. Barrois (1), para permitir, al abrigo de los acarreos continentales, la diseminación, desde España á Inglaterra ó de esta á aquella, de las colonias libres de Graptolites y de sus delicados y errantes gonozoides.

PRESd.
5 SEP. 1902
BRITISH MUSEUM

(1) Bull. Soc. Géol de France, 4.ª série. Tom. I, pág. 645.

5 SEP. 1902

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 22

IMPORTANCIA DE LOS SISTEMAS HARMÓNICOS

EN LA CONSTITUCIÓN DE LA MATEMÁTICA

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

DR. D. SANTIAGO MUNDI Y GIRÓ

Publicada en agosto de 1902

BRITISH MUSEUM NATURAL HISTORY

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 22

IMPORTANCIA DE LOS SISTEMAS HARMÓNICOS

EN LA CONSTITUCIÓN DE LA MATEMÁTICA

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

DR. D. SANTIAGO MUNDI Y GIRÓ

Publicada en agosto de 1902

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

IMPORTANCIA DE LOS SISTEMAS HARMÓNICOS
EN LA CONSTITUCIÓN DE LA MATEMÁTICA

por el Académico numerario

DR. D. SANTIAGO MUNDI Y GIRÓ

Sesión de 24 de mayo de 1902

SEÑORES:

Designado para llenar turno en la sesión que hoy celebramos, no debeis extrañar que me dirija hácia senderos que participan á la vez de los encantos del divino arte de los sonidos y de la rigurosa exactitud matemática; discúlpame mi ya antigua afición musical. Pretendo hablaros de «La importancia de los sistemas harmónicos en la constitución de la matemática.»

El trabajo sería poco interesante para quien no sintiera conmover las fibras de su corazón con la bella arte de Euterpe, así como resultaría ininteligible para quien sintiendo la música, no tuviese la base necesaria para comprender su técnica. Difícilmente, entre vosotros, puede presentarse ninguno de los dos casos, así es que entro en materia con la esperanza de no seros molesto. Os suplico me presteis vuestra benévola atención por la que quedo á priori agradecido.

I.

En la escuela pitagórica, se consideraba á la Música como una rama matemática, compañera de la Geometría, la Astronomía y la Aritmética. No debe sorprendernos, pues, que en tan antiquísimos tiempos se hubieran encontrado ya los dos principios siguientes: dos cuerdas producen vibrando el intervalo de octava cuando sus longitudes están en la relación 1 : 2 siendo de igual naturaleza y teniendo el mismo grueso y tensión, mientras que en estas mismas condiciones para producir el intervalo de quinta deberían tener la relación de 2 á 3.

Apoyándonos en estas dos leyes podemos deducir la extensión de las cuerdas correspondientes á todas las notas de la gamma musical (según el criterio pitagórico.) Supongamos que las vibraciones de una cuerda de longitud conocida, que tomaremos como unidad, producen la nota Do ó tónica; la que nos daría la dominante ó el Sol debería tener de largo $\frac{2}{3}$. La quinta de este ó sea el Re de la octava superior (que representaremos por Re^1) correspondería á la longitud

$$\frac{2}{3} \times \frac{2}{3} = \frac{4}{9}$$

La misma consideración nos dirá evidentemente que las cuerdas $\left(\frac{2}{3}\right)^3$, $\left(\frac{2}{3}\right)^4$, $\left(\frac{2}{3}\right)^5$..... son las que vibrando producen las notas La^1, Mi^2, Si^2..... Era pues conocida de Pitágoras la siguiente progresión geométrica correspondiente á longitudes de cuerdas que producían sonidos cuyo intérvalo era constantemente de quinta

Do	Sol	Re^1	La^1	Mi^2	Si^2	.....
1	$\frac{2}{3}$	$\frac{4}{9}$	$\frac{8}{27}$	$\frac{16}{81}$	$\frac{32}{243}$	.....

Fácil es deducir del conocimiento de las que corresponden á Re^1 y La^1 el Re y La de la octava inferior ó sea aquella cuyo Do hemos tomado por unidad; bastará, según la primera observación multiplicar por 2, resultando respectivamente $\frac{8}{9}$ y $\frac{16}{27}$. Así mismo del conocimiento de Mi^2 y Si^2 se deducirán las longitudes de Mi y de Si multiplicando por $2^2 = 4$ obteniendo así $\frac{64}{81}$, $\frac{128}{243}$. Este procedimiento dá pues las longitudes de las cuerdas correspondientes á todas las notas de la gamma menos la correspondiente al Fa. Puede hallarse este resultado por la siguiente observación: así como para obtener la quinta superior debe multiplicarse por $\frac{2}{3}$, para alcanzar la quinta inferior dividiremos por el mismo $\frac{2}{3}$; ó lo que es igual multiplicaremos por $\frac{3}{2}$. Luego la quinta inferior á Do, esto es Fa_1 corresponde á la longitud $\frac{3}{2}$.

Ahora bien: según la relación de octava, tendremos

$$Fa = Fa_1 \times \frac{1}{2} = \frac{3}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{4}$$

En resumen las longitudes de las cuerdas correspondientes á todas las notas de la gamma pitagórica son pues

Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do^1
1	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}$	$\frac{128}{243}$	$\frac{1}{2}$

Consideraba, por lo tanto, dicha escuela iguales á $\frac{8}{9}$ los intervalos Do-Re,

Re-Mi, Fa-Sol, Sol-La y La-Si pues las razones de sus longitudes eran siempre $\frac{8}{9}$

$$\frac{8}{9} : 1 = \frac{64}{81} : \frac{8}{9} = \frac{2}{3} : \frac{3}{4} = \frac{16}{27} : \frac{2}{3} = \frac{128}{243} : \frac{16}{27} = \frac{8}{9}$$

llamando tono á este intervalo constante.

En cambio los que existían entre Mi-Fa y Si-Do aunque iguales entre sí son muy diferentes de las anteriores

$$\frac{3}{4} : \frac{64}{81} = \frac{1}{2} : \frac{128}{243} = \frac{243}{256}$$

Para que este intervalo pudiera designarse con el nombre de semitono, observaba ya Pitágoras que sería necesario, que la sucesión de dos iguales á él, produjeran un tono, debería, pues, verificarse la igualdad absurda

$$\left(\frac{243}{256}\right)^2 = \frac{8}{9}$$

Así mismo constando la gamma de cinco tonos y dos semitonos, debería resultar que la sucesión de seis tonos produjera exactamente la octava; tendríamos por lo tanto

$$\left(\frac{8}{9}\right)^6 = \frac{1}{2}$$

lo cual tampoco no es cierto.

Sin embargo Aristoxenes, jefe de una escuela contraria á la pitagórica, que prescindía de toda consideración matemática, y no atendía á otro criterio que el de sus sentidos, admitía de buena fé el absurdo anterior como muchos rutinarios actuales. A pesar de lo expuesto, nosotros continuaremos llamándole con la denominación impropia de semitono para no separarnos de la tiránica costumbre.

Era axiomático, entre los pitagóricos, que un intervalo musical, no era agradable al oído, sino cuando la relación entre las cuerdas productoras era sencilla. Fácilmente se comprende, pues, que admitieran como harmoniosas la quinta, la cuarta y sobre todo la octava cuyos respectivos valores eran $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{4}$ y $\frac{1}{2}$. En cambio desecharon como ingratas al oído la tercera mayor compuesta de dos tonos de valor

$$\left(\frac{8}{9}\right)^2 = \frac{64}{81}$$

y la tercera menor compuesta de un tono y un semitono que debe corresponder á

$$\frac{8}{9} \times \frac{243}{256} = \frac{27}{32}$$

por considerar demasiado complicadas estas dos respectivas relaciones ¡increible parece hoy que jamás se haya tenido esta creencia! No obstante debe observarse que nuestros intervalos de tercera actuales son diferentes de los antiguos, mucho más sencillos que aquellos; y que una pequeña alteración ó desafinación los hacen insoportables como saben todos los músicos. Por lo tanto, si los antiguos griegos no conocieron más que las terceras alteradas, no debe admirarnos que las consideraran como inharmónicas.

Llegaron á tal extremo que hasta rehusaron como harmonía el intervalo de undécima ó sea con la cuarta de la octava superior porque no consideraban bastante sencillo su valor $\frac{3}{8}$, siendo así que no es posible que dos notas de una misma octava formen acorde agradable y dejen de formarlo cuando una de ellas cambia de octava.

Ya que los antiguos consideraban inharmónicas las terceras, lógicamente deducimos que no tenían noticia ninguna del acorde perfecto ni mayor, ni menor. Llegamos á creer, por consiguiente, que la música, era para ellos una sencilla melodía, y en efecto lo comprueba el canto llano, que en aquellos tiempos nació, y que aún oímos con fruición en nuestras catedrales.

No sería natural que hablando de la constitución de la gamma musical, omitiéramos á los clásicos tetracordos conjuntos y disjuntos. La lira con que acompañaban sus cantos constaba primitivamente de cuatro cuerdas Si, Do, Re, Mi formando pues un tetracordo cuyos intérvalos eran un semitono y dos tonos.

Luego se le reunió otro tetracordo Mi, Fa, Sol, La.

Si, Do, Re, Mi — Mi, Fa, Sol, La

que lo mismo que el anterior reunía un semitono y dos tonos y como tenía con aquel el Mi común le era conjunto, no debía por consiguiente la lira tener sino siete cuerdas.

Ya que no se llenaba por este medio la extensión de la octava, ocurriole á Pitágoras, invertir el orden de los dos tetracordos, que resultaron entonces ser disjuntos, es decir, sin nota común.

Mi, Fa, Sol, La — Si, Do, Re, Mi

por cuya modificación necesitó la lira ocho cuerdas.

Obsérvase que la gamma descansaba sobre la tercera en vez de apoyarse

como en la actualidad en la tónica, lo que quizás explica la costumbre de terminar el canto gregoriano con la tercera.

Queriendo dar más amplitud á la lira, añadiósele posteriormente tres cuerdas Si, Do, Re inferiores al Mi con que principiaba la gamma anterior y otras tres Fa, Sol y La superiores al Mi con que terminaba resultando que el instrumento constaba de dos tetracordos conjuntos y otros dos disjuntos.

Si, Do, Re, Mi—Mi, Fa, Sol, La—Si, Do, Re, Mi—Mi, Fa, Sol, La.

Completóse por fin la doble octava añadiendo un La en el extremo grave, nota que no formaba parte de ningún tetracordo á la que se le llamó *proslambanómeno* (sonido añadido delante.)

De la constitución de esta doble octava, que tenía en medio la nota La, llamada *mese* ó cuerda media, se atribuye el que la afinación de las orquestas sea por dicha nota.

A más del género diatónico que es el que corresponde á los tetracordos ya descritos existían el cromático y el anharmónico. Las notas del primero, no eran las de la escala cromática moderna, cuyo intérvalo constante es el semitono, sino que formaban los siguientes tetracordos.

Si, Do, Do ♯, Mi — Mi, Fa, Fa ♯, La — Si, Do, Do ♯, Mi — Mi, Fa, Fa ♯, La

Este género menos natural, que el diatónico, era bastante más duro, sobre todo observando que el Do ♯ y el Fa ♯ hubiesen debido resolver naturalmente en el Re y Sol notas que precisamente faltaban. Sin embargo, según los antiguos, su misma dureza, lo hacía á propósito para la expresión de ciertas pasiones, aunque usándolo siempre con parsimonia.

Por último en el género anharmónico se admitía el intervalo de cuarto de tono que convendremos en designar por *. Su gamma estaba formada de la rara combinación siguiente

La Si Si* Do — Mi, Mi*, Fa, La

repetida en diferentes octavas. Constituía, según los griegos, el género más perfecto y más difícil, del cual no ha quedado ni vestigio en los tiempos modernos.

II.

No sufrieron modificación ninguna las gammas musicales hasta principios del siglo II en que Ptolomeo reformó radicalmente la diatónica naciendo con ello la música tal como subsiste en la actualidad. Posteriormente los físicos contando el número de vibraciones por segundo, que corresponden á cada nota han comprobado en absoluto el acierto de la reforma ptolemaica.

Admitió de los pitagóricos la división de la octava $\frac{1}{2}$ en los dos intervalos de quinta $\frac{2}{3}$ (Do á Sol) y de cuarta $\frac{3}{4}$ (Sol á Do¹).

$$\frac{2}{3} \times \frac{3}{4} = \frac{1}{2}$$

Dividió después la quinta en dos terceras desiguales, que distinguió llamando mayor á la primera Do-Mi y menor á la segunda Mi-Sol asignándoles los respectivos valores $\frac{4}{5}$ y $\frac{5}{6}$ diferentes de los pitagóricos, bastante más sencillos

$$\frac{4}{5} \times \frac{5}{6} = \frac{2}{3}$$

Subdividió por fin la tercera Do-Mi no como los pitagóricos en dos tonos iguales, sino en dos diferentes que los distinguió designándoles con los nombres de mayor Do-Re y menor Re-Mi con los respectivos valores de $\frac{8}{9}$ y $\frac{9}{10}$

$$\frac{8}{9} \times \frac{9}{10} = \frac{4}{5}$$

La pequeña modificación introducida en el segundo de estos intervalos, alteró beneficiosamente la tercera nota de la gamma musical, resultando harmoniosos lo mismo el intervalo Do-Mi $\frac{4}{5}$ que el de Mi-Sol ó $\frac{5}{6}$. Con ello varió también el valor del semitono, que resultó bastante más sencillo que el de los antiguos.

Mi - Fa

$$\frac{3}{4} : \frac{4}{5} = \frac{15}{16} \text{ semitono}$$

Formaban la gamma ptolemaica dos tetracordos conjuntos exactamente iguales

Si, Do, Re, Mi—Mi, Fa, Sol, La

pues cada uno de ellos constaba de semitono, tono mayor y tono menor. Las lon-

gitudes relativas de las cuerdas respectivas, tomando como unidad la del Do, eran

Notas.	Si_1	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La
Longitudes. . .	$\frac{16}{15}$	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{5}$
Intervalos. . . .	$\frac{15}{16}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{9}{10}$	$\frac{15}{16}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{9}{10}$	

A pesar de la radical mejora que estas variaciones introdujeron en la música hallábase Ptolomeo perplejo en completar la octava por ninguno de sus dos extremos. En efecto superior al La era lógico que hubiera otra nota con intervalo $\frac{15}{16}$ ó semitono en cuyo caso resultaba un Si bemol; é inferior al Si_1 le correspondía otra nota que distara un tono menor $\frac{9}{10}$ y en ninguno de los dos casos se obtenía la octava perfecta. Invirtiendo el orden de los tetracordos empezando la gamma por el Mi (como había hecho Pitágoras) resulta que entre La y Si hay un tono mayor ó $\frac{8}{9}$ que es el intervalo admitido por Ptolomeo.

La gamma ha quedado pues constituída empezando por la tónica, según la costumbre actual del modo siguiente:

Notas.	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do^1
Longitudes. . .	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{8}{15}$	$\frac{1}{2}$
Intervalos. . . .	$\frac{8}{9}$	$\frac{9}{10}$	$\frac{15}{16}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{9}{10}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{15}{16}$	

Sabiendo que el número de vibraciones de una cuerda sonora está en razón inversa de su longitud, cuando son comunes la materia de que están formadas, así como el grueso y la tensión que sobre ellas se ejerza; resultará que obtendremos el número relativo de las vibraciones con sólo invertir los quebrados que expresan la longitud de la cuerda. Así el valor del tono mayor es $\frac{9}{8} = 1 + \frac{1}{8}$, el tono menor $\frac{10}{9} = 1 + \frac{1}{9}$, el semitono $\frac{16}{15} = 1 + \frac{1}{15}$, la tercera mayor $\frac{5}{4} = 1 + \frac{1}{4}$, la cuarta $\frac{4}{3} = 1 + \frac{1}{3}$, la quinta $\frac{3}{2} = 1 + \frac{1}{2}$ y la octava 2 unidades.

La relación entre el tono mayor y el menor se la conoce con el nombre comma y su valor es

$$\frac{9}{8} : \frac{10}{9} = \frac{81}{80} = 1 + \frac{1}{80}$$

sumamente próximo á la unidad, lo que explica la causa de que algunos oídos poco ejercitados no distingan entre los dos tonos que consideran iguales. Esta misma comma es la razón entre el intervalo Do, Mi pitagórico y el mismo para los músicos desde Ptolomeo hasta nuestros tiempos.

Resulta de lo dicho que todas las terceras mayores deben ser siempre iguales, ya que constantemente están formadas por un tono mayor y otro menor. No sucede lo propio respecto las terceras menores: unas se forman de un tono mayor y un semitono como Mi, Sol y La, Do¹ su valor es

$$\frac{9}{8} \times \frac{16}{15} = \frac{6}{5}$$

mientras que otros se forman de un tono menor y el mismo semitono como Re Fa, su valor es

$$\frac{10}{9} \times \frac{16}{15} = \frac{32}{27}$$

intervalo bastante complejo si se compara al anterior.

Como todas las cuartas se forman de dos tonos sucesivos uno mayor y otro menor y un semitono, necesariamente deben ser iguales valiendo

$$\frac{9}{8} \times \frac{10}{9} \times \frac{16}{15} = \frac{4}{3}$$

En cambio la quinta justa, que resulta de tres tonos y un semitono, puede tener dos tonos mayores y uno menor como Do-Sol, Mi-Si, Fa-Do siendo su valor

$$\frac{9}{8} \times \frac{9}{8} \times \frac{10}{9} \times \frac{16}{15} = \frac{3}{2}$$

ó por el contrario dos tonos menores y uno mayor como Re-La resultando

$$\frac{10}{9} \times \frac{10}{9} \times \frac{9}{8} \times \frac{16}{15} = \frac{40}{27}$$

Entre las dos quintas como entre las dos terceras menores debe mediar sólo el pequeño intervalo de una comma.

Como las sextas y séptimas no son más que respectivas inversiones de las terceras y segundas, se comprende que sus valores dependen de estos últimos y por lo tanto podemos prescindir de su especial estudio.

De la comparación entre las terceras mayor y menor

$$\frac{5}{4} : \frac{6}{5} = \frac{25}{24}$$

se deduce que la menor se convierte en mayor multiplicando el número de vibraciones por $\frac{25}{24}$, la nota aumenta entonces de un semitono ó se hace sostenida; y por el contrario la mayor se transforma en menor dividiendo por el mismo quebrado ó multiplicando por $\frac{24}{25}$ en cuyo caso la nota baja un semitono ó se bemoliza.

Fácil es por consiguiente comprender la formación de las dos escalas cromáticas ascendente y descendente siguientes

Notas. . .	Do	Do♯	Re	Re♯	Mi	Fa	Fa♯	Sol	Sol♯	La	La♯	Si	Do¹
Vibraciones.	1	$\frac{25}{24}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{75}{64}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{25}{18}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{25}{16}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{125}{72}$	$\frac{15}{8}$	2

Notas. . .	Do¹	Si	Si♭	La	La♭	Sol	Sol♭	Fa	Mi	Mi♭	Re	Re♭	Do
Vibraciones	2	$\frac{15}{8}$	$\frac{9}{5}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{8}{5}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{36}{25}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{6}{5}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{27}{25}$	1

Comparando ambas escalas puede observarse que los dos intervalos Do-Do♯ y Do♯-Re son desiguales el primero vale $\frac{25}{24}$ mientras que el segundo es de $\frac{27}{25}$.

$$\frac{9}{8} : \frac{25}{24} = \frac{27}{25}$$

Por lo contrario el intervalo Do-Re♭ es de $\frac{27}{25}$ luego el de Re♭-Re es de $\frac{25}{24}$.

Ambos intérvalos $\frac{25}{24}$ y $\frac{27}{25}$ así como el anterior citado $\frac{16}{15}$ á pesar de ser dife-

rentes son conocidos en música con el nombre común de semitono, siendo así que ninguno de ellos tiene el valor incomensurable $\sqrt{\frac{9}{8}}$ ni el $\sqrt{\frac{10}{9}}$ luego ninguno de ellos es verdadero semitono ni del tono mayor ni del menor.

Con lo anterior se evidencia también que una nota sostenida no es igual á la siguiente bemolizada pues son distintos los números de sus vibraciones. Deben considerarse como imperfectos cuantos instrumentos musicales existan, que no puedan distinguir estas pequeñas diferencias. Cuando un músico pretenda que una misma nota sea Do♯ y Re♭ con seguridad que no será ninguna de las dos la que produzca sino una intermedia entre ambas, distinta lo mismo de la una que de la otra. Y si objetase que su oído no percibe este pequeño intervalo, se le podría contestar que la costumbre de confundir estos sonidos, le han bastardeado el sentido.

Relacionado con esta interesante cuestión hay otra no menos importante, cual es averiguar si los diferentes tonos ó modos de la música son exactamente semejantes por la sucesión de sus sonidos, diferenciándose sólo en el estado de gravedad ó altura como asegura Montucla ó por el contrario son esencialmente diferentes como pretendo demostrar.

Para no ser molesto me fijaré sólo en los tres tonos de Do, Re y Mi♭ conocidos en la historia con los nombres respectivos de Dórico, Frigio y Lidio. Basta poner de manifiesto sus gammas con el número de vibraciones de cada nota y los respectivos intervalos para evidenciar mi tesis.

Tono de Do ó Dórico.

Notas . .	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do^1
Vibraciones	1	$\frac{9}{8}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$	2
Intervalos. .		$\frac{9}{8}$	$\frac{10}{9}$	$\frac{16}{15}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{10}{9}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{16}{15}$

Tono de Re ó Frigio.

Notas. . .	Re	Mi	Fa♯	Sol	La	Si	Do^1♯	Re^1
Vibraciones	$\frac{9}{8}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{25}{18}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$	$\frac{25}{12}$	$\frac{9}{4}$
Intérvalos.. .	$\frac{10}{9}$	$\frac{10}{9}$	$\frac{27}{25}$	$\frac{10}{9}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{10}{9}$	$\frac{27}{25}$	

Tono de Mi ♭ ó Lidio.

Notas. . .	Mi ♭	Fa	Sol	La ♭	Si ♭	Do¹	Re¹	Mi¹ ♭
Vibraciones	$\frac{6}{5}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{8}{5}$	$\frac{9}{5}$	2	$\frac{9}{4}$	$\frac{12}{5}$
Intervalos.. .	$\frac{10}{9}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{16}{15}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{10}{9}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{16}{15}$	

De la comparación de estos tres tonos, se deduce que sus gammas son esencialmente diferentes, sobre todo el frigio se distingue del dórico en no tener más que un tono mayor y cuatro menores en vez de los tres tonos mayores y dos menores que aquel ostenta, siendo como es natural diferentes los semitonos complementarios. El tono lidio se parece más al dórico, presenta como este tres tonos mayores y dos menores y por lo tanto iguales los tonos y semitonos pero en distinto orden. No son pues iguales ni semejantes los tonos musicales como había enunciado Ptolomeo según asegura Montucla. (Histoire des Mathematiques, tomo 1.°, pág. 132). ¡Quién sabe si por el contrario debido á esta misma diversidad se debe el diferente efecto que en nuestra alma producen cada uno de ellos! ¡Probablemente debido á igual causa pierden tanto, cambiando su carácter, las piezas musicales, cuando para complacer á los cantantes se transportan á un tono diferente de aquel en que le había escrito su autor!

III.

Si es muy cierto que la Música debe su constitución á la ciencia exacta, en cambio bien agradecida ha sido por el favor recibido. Sus sistemas harmónicos han ido invadiendo toda la matemática convirtiéndose en una de sus ideas fundamentales.

En el análisis matemático, desde los tiempos de Pitágoras se habla de números harmónicos entendiendo por tales á tres números $p > q > r$ que verifican la proporción

$$\frac{p-q}{q-r} = \frac{p}{r}$$

Satisfacen esta relación las longitudes de tres cuerdas que produzcan las notas Do, Mi, Sol que según Ptolomeo son 1, $\frac{4}{5}$ y $\frac{2}{3}$. No sucedería así con las longitudes pitagóricas 1, $\frac{64}{81}$ y $\frac{2}{3}$. Se comprende pues que antiguamente las tres notas citadas no produjeran acorde harmonioso mientras que con los valores modernos ó ptolemáicos forman lo que los músicos llaman acorde perfecto mayor.

¡Es admirable el espíritu profético que poseía Pitágoras! En su tiempo no pudo jamás comprobar su definición de números harmónicos por deficiencia de los sonidos musicales. En cambio puso la semilla que germinó en manos de Ptolomeo siete siglos más tarde.

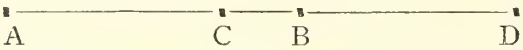
De la proporción anterior se deduce

$$\frac{1}{q} = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{p} + \frac{1}{r}\right)$$

luego también los números p, q, r se llaman harmónicos, cuando sus inversos $\frac{1}{p}, \frac{1}{q}, \frac{1}{r}$ son tales que uno de ellos es media diferencial de los otros dos.

No sólo se trata en el análisis de comparar la media harmónica con la aritmética y la geométrica, sino que se reunen una infinidad de proporciones harmónicas, constituyendo la importante serie ó progresión harmónica, en que tres términos consecutivos cualesquiera, verifican las condiciones anteriores.

En Geometría cuatro puntos de una recta se llaman harmónicos, cuando las distancias de uno de ellos á los otros tres son números harmónicos. Así los cuatro puntos A, B, C, D si suponemos $AD = p$, $AB = q$, $AC = r$ serán harmúnicos cuando verifican la proporción



$$\frac{p-q}{q-r} = \frac{p}{r}$$

que es lo mismo que

$$\frac{BD}{CB} = \frac{AD}{AC}$$

que asi mismo puede tomar una de las dos formas

$$\frac{CA}{CB} = -\frac{DA}{DB}$$

$$\frac{AC}{AD} = -\frac{BC}{BD}$$

igualdades que nos dicen que los puntos conjugados C y D ó A y B dividen á la recta de las otras dos, en segmentos cuya razón es de igual valor, pero de signo contrario; por lo tanto cada par de puntos conjugados está separado por el otro par.

Si suponemos que O es el punto medio de dos conjugados A y B la proporción anterior se transforma en

$$\frac{OD - OB}{OB - OC} = \frac{OD + OB}{OC + OB}$$

de la cual resulta

$$\overline{OB}^2 = OC.\ OD$$

Como $\overline{OB}^2$ es esencialmente positivo, OC y OD son del mismo signo, luego los dos puntos conjugados C y D están ambos á la derecha ó á la izquierda del punto O medio de los otros dos. Si uno de los factores del segando miembro es mayor que OB, el otro será menor; lo cual comprueba que C y D están separados por B. Si C se confunde con B, el punto D también se confundirá y habrá entonces tres puntos reunidos B, C y D que formarán sistema harmónico con otro punto separado A. Si OC es igual á cero, OD será infinito, por lo tanto dos puntos de una recta están harmónicamente separados por su punto medio y el punto con el infinito.

Cuatro rectas ó cuatro planos de un haz son harmónicas, siempre que la intersección con una transversal cualquiera dá cuatro puntos harmónicos. Según esta definición es evidente que la harmonía es una propiedad proyectiva es decir subsiste en la proyección y sección.

Se evidenciará la importancia que en Geometría tienen los sistemas harmónicos con sólo fijar nuestra atención sobre los siguientes enunciados.

En todo cuadrilátero completo cada diagonal está cortada por las otras dos en puntos que están harmónicamente separados por los dos vértices que hay en aquella diagonal. Correlativamente en todo cuadrivértice completo, si unimos un punto diagonal á las otras dos, resultan rectas que están harmónicamente separados por los lados concurrentes en aquel punto diagonal. En la geometría proyectiva estos dos teoremas son fundamentales.

El lugar geométrico de puntos harmónico conjugados de uno dado, respecto á una cónica es una recta llamada polar y el punto propuesto polo. Si una recta gira alrededor de un punto, su polo describe una recta que es la polar de aquel punto. Por la teoría de la polaridad á cada punto corresponde una recta y á cada recta un punto; relación fundamental que pone de manifiesto la correlación ó dualidad que existe entre los teoremas ó problemas de la forma de segunda categoría llamada sistema plano.

Cuando el polo está situado sobre la curva la polar se transforma en tangente ó en asíntota según el punto de contacto, en que se transforma el polo esté á distancia finita ó infinita.

Si la polar es la recta del infinito el polo es el centro de la cónica. Trazando por este una recta quedará dividida harmónicamente por él y su polar luego el centro divide por mitad á todas las rectas que por él pasan.

En el género elipse la recta del infinito es exterior á la cónica luego el centro está en la región interna. En el género hipérbola aquella recta es secante, por lo tanto su polo ó centro se halla en la región externa y se determina por el concurso de las dos asíntotas. Por último en el género parábola, la recta del infinito es tangente su polo es el punto de contacto, luego el centro de la parábola está en el infinito ó lo que es lo mismo no tiene centro.

Siempre que el polo esté en el infinito la polar se llama diámetro de la cónica. Como hay infinidad de puntos en el infinito, que están en línea recta, existirán una infinidad de diámetros concurrentes todos en el polo de aquella recta ó centro de la cónica. Ya que todos los diámetros se reunen en el centro y este en la parábola está en el infinito, resulta que en esta curva deben ser paralelos. Si por el punto del infinito ó polo, trazamos cuerdas á la cónica tendremos una série de paralelas que estarán divididas harmónicamente por la curva, el polo y la polar luego el diámetro es también lugar geométrico de los puntos medios de un sistema de cuerdas paralelas.

Por último cuando el polo es un foco, la polar es la respectiva directriz. Podemos pues decir que todas las principales teorías de las cónicas reconocen como fundamedtal la de polo y polar, que no es más que una aplicación de las propiedades harmónicas.

IV

Así mismo los sistemas harmónicos son fundamentales en las teorías correspondientes á las superficies de segundo orden.

El lugar de puntos harmónico-conjugados de uno dado es un plano que se llama polar denominándose el punto propuesto polo. Si un plano gira alrededor de un punto, su polo se mueve sobre el plano polar de aquel punto; mientras que si el plano pasa por una recta, su polo describe otra recta que la conocemos con el nombre de polar de la primera. Por consiguiente en las formas de tercera categoría corresponden los puntos, rectos y planos en virtud de la polaridad respectivamente á planos, rectas y puntos.

Si el polo está en la superficie el plano polar se transforma en tangente ó asintótico, según que el punto de contacto ó polo dado esté á distancia finita ó infinita.

Cuando el plano polar es del infinito el polo se denomina centro. Si por este se trazan rectas en cado una de ellas habrá sistema harmónico formado por los dos puntos du intersección en la superficie, el centro y el punto del infinito luego el centro tiene también la propiedad de dividir por mitad á todas las rectas que por él pasan.

Los géneros de las superficies están caracterizados por la posición especial que tiene el plano en el infinito. Mieutras que en el elipsoíde éste es completamente exterior y por lo tanto el centro debe encontrarse en la región interna; en los hiperboloides ya sean de una ó de dos hojas, el plano en el infinito es secante luego el centro se hallará en la región externa y se determinará hallando el vértice ó centro del cono asintótico; y en los paraboloides elíptico ó hiperbólico aquel plano es tangente, luego su polo ú sea el centro, será el punto de contacto que está en el infinito lo que significa que así como el elipsoide y los hiperboloides tienen centro único, los paraboloides carecen de dicho punto notable.

Si el polo es un punto del infinito el plano polar es diametral. Como todos los puntos del infinito están en su plano, sus planos polares han de pasar por el polo correspondiente ó centro de la superficie. Trazando por el polo cuerdas, tendremos una serie de rectas paralelas que estarán divididas harmónicamente por la superficie, el plano diametral y su polo; luego, el plano diametral es también lugar geométrico de los puntos medios de un sistema de cuerdas paralelas. Los planos diametrales son concurrentes en un punto lo mismo en el elipsoide que en los hiperboloides mientras que en los paraboloides, como tienen el centro en el infinito y deben pasar por este punto son paralelas á una recta.

Llamamos diámetro á la polar de una recta del infinito. Lo hallaremos tomando en ésta dos puntos y buscando la intersección de sus planos polares; luego, el diámetro es también la intersección de dos planos diametrales. Ya que una de las rectas polares está en el plano del infinito, la otra deberá pasar por el respectivo polo por consiguiente diámetro es toda recta que pase por el centro. Por último puede asimismo considerarse, como lugar geométrico de los centros de una série de curvas semejantes producidas por planos de intersección paralelos entre sí. Por tener que pasar los diámetros por el centro se deduce que son concurrentes en el elipsoide é hiperboloides y paralelos en los paraboloides.

Así como en las curvas de segundo orden, se considera foco á todo punto que sea centro de un haz de radios cuyos elementos sean conjugados y perpendiculares; de la misma manera, en las superficies se llama recta focal, á todo eje de un un haz de planos cuyos elementos sean conjugados y perpendiculares respecto á la superficie. La envolvente de todas las rectas focales es una cónica llamada focal, considerándose sus puntos como focos de la superficie. Las rectas polares á las focales son las directrices constituyendo todas ellas una superficie cilíndrica.

V

En la Geometría proyectiva sirve así mismo la harmonía como uso de sus fundamentos. Pues se dice allí, que dos formas de primera categoría, alineación, haz de radios ó haz de planos son proyectivos cuando se relacionan antre sí de

modo que á cuatro elementos harmónicos de una de ellas correspondenen la otra, cuatro elementos igualmente harmónicos.

Sabemos que Chasles substituyó la harmonía por la razón anharmónica, modificación sumamente beneficiosa pues tiene el carácter de generalidad de que aquella carecía; pero esta misma razón anharmónica debe considerarse como hija legítima de la proporción harmónica, es esta misma ataviada con el ropage propio de la ciencia moderna. En efecto, atendiendo á que la proporción harmónica puede tomar la forma

$$\frac{CA}{CB} : \frac{DA}{DB} = -1$$

llamó razón anharmónica de cuatro puntos de una alineación al cociente de las razones de las distancias de dos de los puntos á los otros dos. El sistema harmónico solo es pues un caso particular de la razón anharmónica.

Si tenemos cuatro rectas ó cuatro planos cualesquiera de un haz, se verifica que una transversal les corta siempre en cuatro puntos de razón anharmónica constante independientemente de la dirección que teuga la transversal. De ahí la definición actual de la proyectividad.

Para terminar añadamos que esta razón anharmónica ha sido la varita mágica que ha servido á Chasles para descifrar todos los perismas de Euclides que habían pasado por enigmáticos, hasta nuestros tiempos.

PRESENTED
5 SEP. 1902

BRITISH MUSEUM

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 23

MEDIDAS MICROMÉTRICAS

DE 69 ESTRELLAS DOBLES

POR EL ACADÉMICO

D. JOSÉ COMAS SOLÁ

Publicada en agosto de 1902

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 23

MEDIDAS MICROMÉTRICAS

DE 69 ESTRELLAS DOBLES

POR EL ACADÉMICO

D. JOSÉ COMAS SOLÁ

Publicada en agosto de 1902

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

MEDIDAS MICROMÉTRICAS DE 69 ESTRELLAS DOBLES

por el académico

D. José Comas Solá

Trabajo leído por su autor en la junta general celebrada el 30 de junio de 1902

Los métodos de observación seguidos en esta nueva serie de medidas de estrellas dobles son exactamente los mismos que en mis series anteriores, por cuya razón me creo dispensado de repetirlas, bastando remitir al lector á mi trabajo «Medidas micrométricas de 156 estrellas dobles», publicado por esta Real Academia, volumen IV, número 5. El ecuatorial empleado ha continuado siendo mi 6 pulgadas de Grubb con el mismo micrómetro. Debo advertir que en esta serie he usado casi en su totalidad una lente de Barlow que me ha dado excelentes resultados no sólo por la limpieza de las imágenes, sino por la mayor precisión obtenida en la bisección de las estrellas, á consecuencia de la mayor finura ó limpieza de los hilos del micrómetro, efecto debido este último á la menor potencia en igualdad de amplificación de los oculares empleados.

Por otra parte, las noches de observación han sido, en general, bellísimas, permitiéndome el desdoblamiento de estrellas muy próximas y de considerable declinación austral.

La disposición en lista de esta serie de medidas es la misma que adopté en la Memoria citada.

Época	Ang. Pos.	N.º	P.º	Dist.	N.º	P.º	N.º noches
		Σ 39. Mag. 6.8 , 8.5.					
		$\alpha = 0^h\ 29^m.4$		$\delta = -5^\circ\ 6'$			
			$\frac{AB}{2}$,	C.			
1902.03	46° 24′	5	3	19″ 79	2	3	2
			AB				
1902.04	236° 30′	2	3	0″ 5	—	3	1

La distancia está determinada por estima. Alargamiento muy difícil. Sensiblemente fijas las tres estrellas.

		Σ 73 = 36 Andromedae. Mag. 6.2 , 6.8					
		$\alpha = 0^h\ 49^m.6$		$\delta = +23^\circ\ 5'$			
1901.81	23° 42′	2	2	1″34	2	2	1

Binaria.

Época	Ang. Pos.	N.°	P.°	Dist.	N.°	P.°	N.° noches
		Σ 86. Mag. 8.2 , 8.7					
		$\alpha = 0^h\ 59^m.7$		$\delta = -6°\ 1'$			
1902.02	155° 50′	2	2	12″88	3	2	1
Binaria?							
		Σ 91. Mag. 6.7 , 7.5					
		$\alpha = 1^h\ 2^m.1$		$\delta = -2°\ 16'$			
1902.02	323° 8′	3	3	3″52	2	3	1
Fija.							
		Σ 100 = ζ Piscium. Mag. 4.2 , 5.3					
		$\alpha = 1^h\ 8^m.5$		$\delta = +7°\ 3'$			
1902.01	63° 37′	3	2	24″15	2	2	1
Sistema físico.							
		Σ 113 = 42 Ceti. Mag. 6.2 , 7.2					
		$\alpha = 1^h\ 14^m.7$		$\delta = -1°\ 2'$			
1901.82	359° 39′	4	2	1″40	2	2	2
Binaria.							
		h. 2036. Mag. 7.0 , 7.5					
		$\alpha = 1^h\ 15^m.0$		$\delta = -16°\ 20'$			
1902.03	16° 57′	2	3	1″88	1	3	1
Binaria.							
		h. 3447. Mag. 6.0 , 7.0					
		$\alpha = 1^h\ 31^m.5$		$\delta = -30°\ 27'$			
1902.03	95° 34′	3	3	2″24	3	2	1
Lento movimiento directo.							
		Σ 202 = α Piscium. Mag. 2.8 , 3.9					
		$\alpha = 1^h\ 56^m.9$		$\delta = +2°\ 17'$			
1902.01	321° 54′	2	2	2″57	2	3	1
Binaria.							

Epoca	Ang. Pos.	N.º	P.º	Dist.	N.º	P.º	N.º noches

Σ 205 = γ Andromedae. Mag. 3.5 , 5.5 , 6.8

$$A, \frac{BC}{2}$$

$\alpha = 1^h\ 57^m.7$ $\quad \delta = +41°\ 51'$

1901.84	64° 57′	1	3	9″10	2	3	1

BC

1901.84	109° 8′	2	3	0″45	—	3	1

Observación difícil, pero segura. Distancia por estima.

6 1 Ceti. Mag. 7.0 , 11.0

$\alpha = 1^h\ 58^m.7$ $\quad \delta = -0°\ 49'$

1902.02	195° 48′	2	3	Δ imposible.	—	3	1
	Estrella de Birmingham. Mag. 13.			Δ imposible.	—	3	1
1902.02	321° ±	1	3				

Muy difícil.

30 Arietis. Mag. 6.1 , 7.1

$\alpha = 2^h\ 31^m.2$ $\quad \delta = +24°\ 13'$

1901.02	273° 44′	2	3	38″54	1	3	1

Fija.

Σ 299 = γ Ceti. Mag. 3.0 , 6.8

$\alpha = 2^h\ 38^m.1$ $\quad \delta = +2°\ 48'$

1902.02	292° 51′	2	3	2″52	2	3	1

Binaria.

Σ 333 = ε Arietis. Mag. 5.7 , 6.0

$\alpha = 2^h\ 53^m.5$ $\quad \delta = +20°\ 56'$

1902.02	199° 28′	2	2	1″53	1	2	1

Binaria.

Σ 346 = 52 Arietis. Mag. 6.0 , 6.0 , 10.8

$$\frac{AB,}{2}\ C$$

$\alpha = 2^h\ 59^m.6$ $\quad \delta = +24°\ 52'$

1902.02	355° 17″	3	3	5″5 por estima.			

Es imposible la medida de Δ por la pequeñez de C. Fija.

AB

1902.02	279° ±	2	3	Δ < 0″40	—	3	1

Se ve muy difícilmente alargada. Muy buena imagen. Binaria lenta.

Epoca	Ang. Pos.	N.°	P.°	Dist.	N.°	P.°	N.° noches
		Σ 367. Mag. 8 0 , 8.0					
		$\alpha = 3^h\ 8^m.9$		$\delta = +0^0\ 22'$			
1902.03	220° 20′ ±	3	3	0″5 por estima.	—	3	1
Límite del desdoblamiento. Binaria.							
		β 84. Mag. 7.2 , 7.4					
		$\alpha = 3^h\ 11^m.0$		$\delta = -6°\ 17'$			
1902.02	32° 44′	4	3	0″5 por estima	—	3	1
Binaria.							
		Σ 408. Mag. 8.0 , 8.2					
		$\alpha = 3^h\ 25^m.7$		$\delta = -4°\ 37'$			
1902.02	339° 47′	2	3	1″20	2	3	1
¿Binaria?							
		Σ 422. Mag. 6.0 , 8.2					
		$\alpha = 3^h\ 31^m.6$		$\delta = +0°\ 17'$			
1902.02	252° 47′	3	3	6″13	2	3	1
Probable movimiento orbital.							
		f Eridani. Mag. 4.3 , 4.4					
		$\alpha = 3^h\ 44^m.9$		$\delta = -37°\ 56'$			
1902.03	205° 3′	2	1	7″29	1	1	1
Lento movimiento directo.							
		Σ 518. Mag. 9.1 , 10.8					
		BC					
		$\alpha = 4^h\ 10^m.7$		$\delta = -7°\ 47'$			
1902.02	27° ±	1	3	Δ imposible.	—	3	1
Desdoblamiento dudoso. La distancia disminuye rápidamente. En 1900.74, con el mismo instrumento y análogas condiciones atmosféricas, pude separar BC con seguridad.							
		Σ 535. Mag. 6.7 , 8.2					
		$\alpha = 4^h\ 17^m.7$		$\delta = +11°\ 8'$			
1901.83	331° 54′	2	3	1″63	2	3	1
Binaria.							

Epoca	Ang. Pos.	N.º	P.º	Dist.	N.º	P.º	N.º noches
		OΣ 98 = 14 i Orionis. Mag. 6.0 , 6.8					
		$\alpha = 5^h\ 2^m.5$		$\delta = +8°\ 22'$			
1901.84	166° 49′	2	2	1″04	2	2	1
Binaria.							
		Σ 643. Mag. 8.5 , 8.5					
		$\alpha = 5^h\ 2^m.5$		$\delta = +8°\ 6'$			
1901.84	304° 18′	3	2	3″04	2	2	1
Distancia de muy difícil medida. Movimiento.							
		Σ 655. Mag. 4.2 , 10.5					
		$\alpha = 5^h\ 0^m.7$		$\delta = -11°\ 59'$	—	—	1
1902.01	338° 38′	2	2	11″98	2	2	1
Distancia muy difícil; valor de poco peso absoluto. Fija.							
		Σ 668 = Rigel. Mag. 1.0 , 8.0					
		$\alpha = 5^h\ 9^m.7$		$\delta = -8°\ 19'$			
1901.86	198° 40′	1	3	9″11	1	3	1
Fija.							
		h. 3752. Mag. 6.0 , 9.5					
		AC					
		$\alpha = 5^h\ 17^m.7$		$\delta = -24°\ 52'$			
1902.02	104° 42′	1	2	—	—	—	1
Movimiento.							
		Σ 919 = 11 Monocerotis. Mag. 5.0 , 5.5 , 6.0					
		AB					
		$\alpha = 6^h\ 24^m.0$		$\delta = -6°\ 58'$			
1902.06	132° 30′	2	3	7″01	2	3	1
Fija.							
		BC					
1902.06	101° 24′	2	3	2″33	2	3	1
Fija.							

Epoca	Ang. Pos.	N.°	P.°	Dist.	N.°	P.°	N.° noches
		Σ 950. Mag. 6.0 , 8.8 , 12.5					
		AB					
		$\alpha = 6^h\ 35^m.5$		$\delta = +10°\ 0'$			
1902.20	205° 51′	3	3	2″42	2	3	1
		AC					
1902.20	10° 1′	2	3	Δ imposible.	--	3	1
Movimiento.							
		Σ 997 = μ Canis major. Mag. 4.7 , 8.0					
		$\alpha = 6^h\ 51^m.5$		$\delta = -13°\ 55'$			
1902.02	347° 14′	3	3	2″64	2	3	1
¿Movimiento?							
		Σ Canis Major. Mag. 2.0 , 9.0					
		$\alpha = 6^h\ 54^m.7$		$\delta = -28°\ 50'$			
1902.02	163° 35′	2	3	Δ imposible.	—	3	1
¿Movimiento?							
		Σ 1126. Mag. 7.2 , 7.5					
		$\alpha = 7^h\ 34^m.8$		$\delta = +5°\ 27'$			
1902.02	149° 9′	4	3	1″23	3	3	2
Binaria.							
		Estrella de Bird (cerca de Procyon). Mag. 9.5 , 9.8					
		$\alpha = 7^h\ 35^m.$		$\delta = +5°\ 30'$			
1902.02	197° 43′	2	3	$\Delta < 0''6$	—	3	1
Imagen espléndida, á pesar de lo cual el desdoblamiento es muy difícil. Binaria.							
		Σ 1157. Mag. 8.0 , 8.0					
		$\alpha = 7^h\ 49^m.5$		$\delta = -2°\ 31'$			
1902.11	248° 27′	4	3	1″35	2	3	2
¿Binaria?							

Epoca	Ang. Pos.	N.°	P.°	Dist.	N.°	P.°	N.° noches
	Σ 1196 = ζ Cancri. Mag. 5.0 , 5.7 , 5.5						
	$\alpha = 8^h\ 6^m.5$ $\delta = +17^\circ\ 57'$						
	AB						
1902.00	357° 9′	2	2	1″16	2	2	1
	AC						
1902.00	111° 29′	1	2	5″55	1	2	1
	Σ 1273 = ε Hydrae. Mag. 3.8 , 7.8						
	$\frac{AB}{2}$, C.						
	$\alpha = 8^h\ 41^m.5$ $\delta = +6^\circ\ 48'$						
1902.03	240° 18′	3	3	3″23	2	3	1
	AB						
1902.03	297° ±	4	3	Δ = 0″4 (estima). —		3	1
	Claramente alargada. Sistema ternario.						
	Σ 1348						
	$\alpha = 9^h\ 19^m.2$ $\delta = +6^\circ\ 47'$ Mag. 7.5 , 7.6						
1902.21	325° 27′	2	3	1″74	2	3	1
	¿Binaria?						
	Σ 1356 = ω Leonis. Mag. 6.2 , 7.0						
	$\alpha = 9^h\ 23^m.1$ $\delta = +9^\circ\ 30'$						
1902.03	115° 36′	2	3	0″91	2	3	1
	Binaria.						
	Σ 1365. Mag. 7.0 , 8.0						
	$\alpha = 9^h\ 26^m.4$ $\delta = +1^\circ\ 55'$						
1902.21	157° 16′	2	3	2″99	2	3	1
	Σ 1473. Mag. 8 0 , 8.9						
	$\alpha = 10^h\ 42^m.7$ $\delta = -15^\circ\ 6'$						
1902.26	10° 10′	2	3	30″44	1	3	1
	Fija.						

Epoca	Ang. Pos.	N.º	P.º	Dist.	N.º	P.º	N.º noches
		Jacob 143. Mag. 6.4 , 8.6					
		$\alpha = 11^h\ 24^m.7$		$\delta = -0^\circ\ 54'$			
1902.26	82° 7′	2	3	8″32	2	3	1
¿Binaria?							
		Σ 1670 = γ Virginis. Mag. 3.0 , 3.0					
		$\alpha = 12^h\ 36^m.6$		$\delta = -23^\circ\ 55'$			
1902.30	149° 13′	5	3	5″76	3	3	2
Binaria.							
		Σ 1734. Mag. 7.2 , 7.9					
		$\alpha = 13^h\ 15^m.6$		$\delta = +3^\circ\ 28'$			
1902.30	187° 41′	3	2	1″03	2	2	1
Binaria.							
		Σ 1998 = ξ Scorpii. Mag. 4.9 , 5.2 , 7.2					
		$\alpha = 15^h\ 58^m.9$		$\delta = -11^\circ\ 6'$			
		AB					
1902.37	225°	8	2	0″55 (estima)	—	2	3
		$\frac{AB}{2}$, C.					
1902.33	62° 53′	2	3	7″38	2	3	1
Sistema ternario.							
		Hh. 497 = ν Scorpii. Mag. 4.1 , 6.6 , 7.0 , 8.0					
		AB					
		$\alpha = 16^h\ 6^m.1$		$\delta = -19^\circ\ 12'$			
1902.34	2° 20′	4	3	0″68 (estima)		—	3
		CD					
1902.33	46° 56′	2	3	1″91	2	3	1
Probablemente sistema cuádruple.							
		Hh. 512 = ρ Ophiuchi. Mag. 6.0 , 6.0					
		$\alpha = 16^h\ 19^m.6$		$\delta = -23^\circ\ 13'$			
1902.37	353° 26′	3	3	3″53	2	3	1
Binaria.							

Epoca	Ang. Pos.	N.°	P.°	Dist.	N.°	P.°	N.° noches
		Antares. Mag. 1.0 , 7.0					
		$\alpha = 16^h\ 23^m3$		$\delta = -26°\ 13'$			
1902.36	272° 8′	2	2	3″70	1	2	1
Fija.							
		Σ 2055 = λ Ophiuchi. Mag. 4.0 , 6.1					
		$\alpha = 16^h\ 25^m9$		$\delta = +2°\ 13'$			
1902.37	55° 6′	2	3	1″19	2	3	1
Binaria.							
		OΣ 315 = 21 Ophiuchi. Mag. 6.2 , 8.1					
		$\alpha = 16^h\ 46^m3$		$\delta = +1°\ 23'$			
1902.37	157° 38′	3	3	Δ = 0″65 (estima)	—	3	1
¿Binaria? Esta estrella parece sometida á variaciones de distancia extraordinarias.							
		36 Ophiuchi. Mag. 6.0 , 6.0					
		$\alpha = 17^h\ 9^m2$		$\delta = -26°\ 27'$			
1902.42	188° 40′	2	3	—	—	3	1
Binaria.							
		Σ 2173. Mag. 5.8 , 6.1					
		$\alpha = 17^h\ 25^m3$		$\delta = -0°\ 59'$			
1902.40	332° 45′	3	3	1″27	2	3	1
Binaria rápida.							
		β 63. Mag. 6.0 , 8.1					
		$\alpha = 20^h\ 25^m5$		$\delta = +10°\ 34'$			
1901.86	354° 3′	4	2	1″74	1	2	1
Observaciones difíciles.							
		Σ 2727 = γ Delphinis. Mag. 4.0 , 5.0					
		$\alpha = 20^h\ 42^m0$		$\delta = +15°\ 46'$			
1901.86	271° 55′	4	3	10″67	2	3	1
Sistema físico.							
		Σ 2735. Mag. 6.2 , 7.7					
		$\alpha = 20^h\ 50^m7$		$\delta = +4°\ 9'$			
1901.88	285° 52′	2	3	1″90	2	3	1

Epoca	Ang. Pos.	N.°	P.°	Dist.	N.°	P.°	N.° noches
			Σ 2737 = ε Equalei. Mag. 5.7 , 6.2 , 7.1				
			$\alpha = 20^h\ 54^m.1$ $\delta = +3^\circ\ 55'$				
			$\frac{AB}{2}$, C				
1901.86	74° 47′	2	3	10″53	2	3	1
			AB				
1901.86	286° 42′	5	3	0″65 (estima)	—	3	1

Me es imposible separar limpiamente el par AB.

			β 172 = 51 Aquarii. Mag. 5.6 , 5.7				
			$\alpha = 22^h\ 18^m.9$ $\delta = -5^\circ\ 20'$				
1901.90	4° 10′	3	3	0″65 (estima)	—	3	2

Binaria.

			Σ 3046. Mag. 8.0 , 8.5				
			$\alpha = 23^h\ 51^m.3$ $\delta = -10^\circ\ 4'$				
1901.86	244° 39′	2	2	3″17	2	2	1

Binaria.

θ Orionis.

Alguna de las componentes de esta notabilísima estrella séxtuple, situada en el centro luminoso de la gran nebulosa de Orión, ha presentado durante este último invierno variaciones de brillo sumamente importantes y que han sido objeto de varias Notas mías publicadas en las «Astronomische Nachrichten». Este aumento de brillo, principalmente de la estrella F y algo también de la E, me han permitido obtener buenos valores de ángulo de posición y distancia, aumentando la importancia de los mismos el hecho de ser bastante raros los valores que sobre tales estrellas se poseen por la dificultad de observación que generalmente ofrecen las mismas.

Conforme se vé, estas observaciones demuestran que estas pequeñas componentes permanecen sensiblemente fijas, muy al contrario de lo que se había creído anteriormente, sobre todo después de las observaciones efectuadas por Otto Struve hacia 1870.

Epoca	Ang. Pos.	N.°	P.°	Dist.	N.°	P.°	N.° noches
			AE				
1902.02	351° 10′	6	3	3″59	5	3	3
			CF				
1901.98	117° 12′	14	2	3″93	4	3	5

Fijas.

PRESENTED
5 SEP 1902
BRITISH MUSEUM

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 24

ANÁLISIS DE ALGUNAS AGUAS MINERALES DE ESPAÑA

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

DR. D. JOSÉ CASARES GIL

Publicada en septiembre de 1902

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA VOL. IV. NÚM. 24

ANÁLISIS DE ALGUNAS AGUAS MINERALES DE ESPAÑA

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

DR. D. JOSÉ CASARES GIL

Publicada en septiembre de 1902

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

ANÁLISIS DE ALGUNAS AGUAS MINERALES DE ESPAÑA

por el Académico numerario

Dr. D. José Casares Gil

Sesión de 30 de junio de 1902.

Haciendo el análisis de algunas aguas minerales, he encontrado resultados interesantes que son el objeto de la nota que presento hoy á la Academia, cumpliendo con el deber que el reglamento me impone.

Las aguas minerales que he analizado, fueron las de Verin (manantiales de Sousas y Caldeliñas) en Galicia: dos fuentes que brotan á la orilla del río Lerez, próximas á la ciudad de Pontevedra (Galicia); las aguas minerales de Vallfogona de Riucorp (manantiales font Pudenta y font Salat) en Cataluña; las aguas minerales de la Fuente de la Pólvora y las aguas minerales de Tona (manantial del Establecimiento) también en Cataluña.

Los resultados del análisis y las composiciones hipotéticas que de las mismas se deducen, son los que á continuación se expresan:

AGUAS DE VERIN (*Manantial Sousas*)

Temperatura 19° C.=Densidad á 13° 1.00224=Resíduo fijo á 180° 1.4661.

Gases que se desprenden expontáneamente

Anhidrido carbónico. . . .	48.80	Hidrógeno sulfurado. . .	Indicios
Nitrógeno.	50.61		

Gases disueltos en un litro

Anhidrido carbónico libre.	445.7 cents. cúbs.
Nitrógeno	16.2 » »

Peso de las sales disueltas de un litro

Bicarbonato sódico . . .	1'68637	Bicarbonato manganoso.	0'00015
Bicarbonato potásico.. .	0'09328	Fosfato alumínico.. . . .	0'00025
Bicarbonato lítico. . . .	0'03171	Cloruro sódico	0'03711
Bicarbonato bárico.. . .	0'00008	Bromuro potásico.. . . .	0'00014
Bicarbonato estróncico.	0'00113	Yoduro potásico	indicios

Bicarbonato cálcico. . .	0'05365	Fluoruro sódico.	0'01139
Bicarbonato magnésico.	0'03808	Silicato sódico..	0'11813
Bicarbonato ferroso. . .	0'00425		

Contiene además el agua muy pequeñas cantidades de cesio, rubidio, ácido sulfúrico y bórico. Existe además materia orgánica.

Flotan en suspensión en el agua algunos copos de carbonato de hierro básico.

AGUAS DE VERIN (*Manantial Caldeliñas*)

Temperatura 24.5° C.=Densidad á 13° 1.00186=Resíduo fijo á 180° 1.2248

Gases que se desprenden expontáneamente

Anhidrido carbónico. . . .	14.50	Nitrógeno.	85.50

Gases disueltos en un litro

Anhidrido carbónico libre.	147.20	cents. cúbs.
Nitrógeno..	11.33	» »

Peso de las sales disueltas en un litro

Bicarbonato sódico . . .	1'40307	Bicarbonato manganoso.	0'00011
Bicarbonato potásico.. .	0'07979	Fosfato alumínico.. . . .	0'00012
Bicarbonato lítico. . . .	0'02082	Cloruro sódico	0'03316
Bicarbonato cálcico . . .	0'03905	Fluoruro sódico	0'01050
Bicarbonato magnésico .	0'02175	Silicato sódico . . . , .	0'10363
Bicarbonato ferroso. . .	0'00164		

Contiene también materia orgánica y nitritos y, además, pequeñas cantidades de bromuros, yoduros, bario, estroncio, cesio, rubidio, ácido sulfúrico, ácido bórico y amoníaco.

AGUAS DE PONTEVEDRA (*Núm. 1*)

Temperatura 14°=Densidad 1.001749=Resíduo fijo á 180° 2.0654

Gases que se desprenden por la ebullición

Anhidrido carbónico. . . .	58.86	Nitrógeno.	30.48
Oxígeno..	10.66		

Peso de los cuerpos disueltos en un litro de agua

Anhidrido carbónico lib.	0'18280	Bicarbonato manganoso.	0'00079
Bicarbonato sódico.. . .	0'38768	Sulfato cálcico..	0'00994
Bicarbonato potásico . .	0'08964	Fosfato alumínico	0'00051
Bicarbonato lítico. . . .	0'02756	Cloruro sódico	1'50171
Bicarbonato cálcico. . .	0'09516	Fluoruro sódico	0'03274
Bicarbonato magnésico.	0'06003	Silice	0'04235
Bicarbonato ferroso. . .	0'00598		

Contiene además el agua, pequeñas cantidades de cesio, rubidio, estroncio, bario, amonio y yodo.

AGUAS DE PONTEVEDRA (*Núm. 2*)

Densidad. . . . 1.00228 Resíduo fijo á 160°. . . . 2.6830 grs. por litro

Peso de los cuerpos disueltos en un litro de agua

Anhidrido carbónico libre.	0'1243	gramos	por litro
Cloruro sódico	2'0135	»	»
Bicarbonato sódico.	0'5052	»	»
Bicarbonato potásico.	0'0568	»	»
Bicarbonato cálcico..	0'2129	»	»
Bicarbonato magnésico	0'0874	»	»
Bicarbonato ferroso.	0'0046	»	»
Alúmina..	0'0005	»	»
Silice	0'0472	»	»

Contiene además el agua, fluor y litio y pequeñas cantidades de estroncio, y ácido sulfúrico.

AGUAS DE VALLFOGONA DE RIUCORP (*Manantial Font-pudenta*)

Temperatura 14°=Densidad, 1.00665=Resíduo fijo á 160° 7.6740 grs. por litro.

Gases que se desprenden por la ebullición

Anhidrido carbónico. . . .	25'34 cc.	Hidrógeno sulfurado. .	indicios
Nitrógeno.	10'60 cc.		

Cuerpos disueltos en un litro de agua

Sulfato sódico.	0'35340 grs.	Bicarbonato ferroso. . . .	0'00078 grs.
Sulfato cálcico	2'17755 »	Silicato sódico.	0'05784 »
Sulfato magnésico	0'63133 »	Silice libre.	0'01528 »
Cloruro sódico	3'98688 »	Fosfato alúmínico.. . . .	0'00250 »
Bromuro sódico.	0'00014 »	Potasio	peq. cantid.
Yoduro sódico	indicios »	Litio.	» »
Bicarbonato cálcico.. . .	0'18733 »	Sulfuros alcalinos.	» »
Bicarbonato estrúncico..	0'02830 »		

AGUAS DE VALLFOGONA DE RIUCORP (*Manantial Font-salat*)

Temperatura 14°=Densidad, 1.00903=Resíduo fijo á 11.907 grs.

Gases que se desprenden por la ebullición

Sulfato sódico..	1.76126	Bicarbonato ferroso. . .	0'00147
Sulfato cálcico.	1.71714	Silicato sódico	0'05571
Sulfato magnésico. . . .	0'94580	Silice libre.	0'02543
Cloruro sódico.	7.01071	Fosfato alumínico	0'00181
Bromuro sódico	0'00066	Potasio.	peq. cd.
Yoduro sódico.	0'00013	Litio	» »
Bicarbonato cálcico . . .	0'28714	Sulfuros alcalinos	» »
Bicarbonato estróncico..	0'01506		

AGUAS DE TONA (*Manantial del Establecimiento*)

Temperatura 11°=Densidad, 1.00626=Resíduo fijo á 160° 8.2800

Gases que se desprenden expontáneamente

Gas de los pantanos. . . .	226.6	Hidrógeno sulfurado. . .	indicios
Nitrógeno.	773.4	Anhídrido carbónico. . .	»

Peso de los cuerpos disueltos en un litro de agua

Sulfato estróncico	0'03722	Sulfuro sódico	0'14450
Sulfato cálcico.	0'01883	Cloruro sódico.	7.52118
Bicarbonato sódico. . . .	0'20776	Bromuro sódico	0'01712
Bicarbonato lítico	0'01099	Yoduro sódico.	0'00689
Bicarbonato cálcico . . .	0'01532	Silice.	0'00950
Bicarbonato magnésico .	0'26899	Anhidrido carbónico lib.	0'19114

Contiene el agua, además, pequeñas cantidades de hierro, potásio, amonio y ácido bórico.

AGUAS DEL MANANTIAL FONT DE LA PÓLVORA (*Gerona*)

Temperatura oscila alrededor de 13°=Densidad á 13° 1.00165=Resíduo fijo á 160° 1.1461.

Gases que se desprenden expontáneamente

Acido carbónico en gran cantidad.

Peso de los cuerpos disueltos en el agua

Acido carbónico libre.	1.1965	gramos	por litro
Bicarbonato sódico.	0'20520	»	»
Bicarbonato potásico.	0'0232	»	»
Bicarbonato cálcico.	1.1257	»	»
Bicarbonato magnésico.	0'2941	»	»
Bicarbonato manganoso	0'0114	»	»
Bicarbonato ferroso.	0'0049	»	»
Cloruro magnésico	0'0343	»	»
Sulfato cálcico.	0'0053	»	»
Silice.	0'0292	»	»

Litio, bario, estroncio, ácido fosfórico, bromo y yodo en pequeña cantidad.

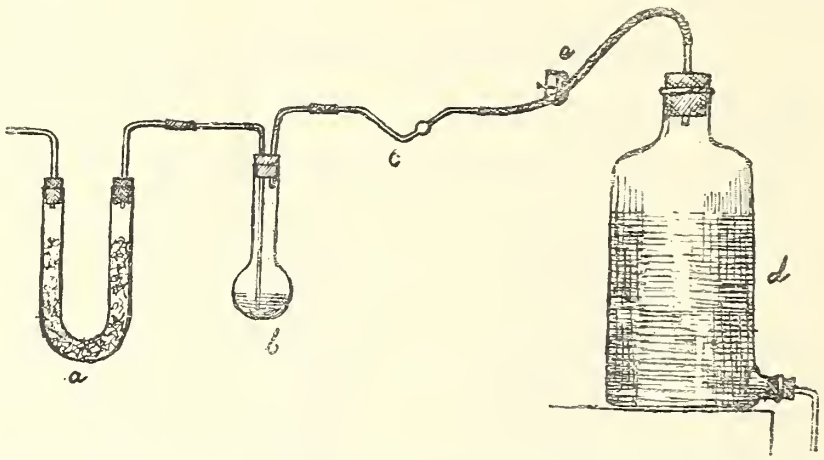
Al comparar los análisis de las aguas de Verin y los de Pontevedra, se observa que, á pesar de la gran diferencia que existe entre la proporción de las sustancias que las mineralizan, hay cierta analogía respecto á la naturaleza de las mismas. En medio de su gran variedad, muchas de las aguas de Galicia, pertenecen al tipo general de las aguas que brotan en terrenos primitivos; el potasio y el litio, se encuentran en proporción considerable; el cesio y el rubidio, no faltan casi nunca; las cantidades de cal y de magnesia son relativamente pequeñas, lo mismo que la cantidad de cloro; la silice abunda, y por último, en muchas se encuentran cantidades notables de fluor.

Respecto á este último elemento, he tenido la satisfacción de ver confirmadas las ideas que expuse á la Academia en la nota presentada en Abril de 1896.

En unión de un discípulo mío, el Sr. Comabella, hemos buscado y determinado el fluor en varias aguas minerales. La conclusión de estos trabajos fué, que el fluor es muy frecuente en cantidad considerable, en las aguas de Galicia y, probablemente, en todos los manantiales termales de los terrenos primitivos en que abundan las micas.

Don A. J. Ferreira de Silva y D. Alberto de Aguilar, á consecuencia del trabajo de Parmantier, hicieron investigaciones sobre la presencia del fluor en las aguas de Portugal, y empleando el aparato que he descrito en el *Zeitsch. f. anal. Ch. 24*, lo han descubierto con facilidad en las aguas de Jerez y de Campillo en Vidago, siendo sus trabajos una nueva prueba de mis afirmaciones.

La investigación del fluor, sin ser difícil, es un poco cuidadosa. He modificado ligeramente el aparato á que hice referencia.



El matráz *b* de 20 á 50 cc. de capacidad, está enlazado con el tubo en U *a* que contiene cloruro cálcico ó piedra pomez impregnada en ácido sulfúrico. En el matraz *b* se coloca la mezcla que ha de desprender el fluoruro de silicio. El frasco *d* está lleno de agua, y mediante una pinza *e* se gradúa la salida de ésta, obteniendo asi una aspiración muy regular. En la curvadura del tubo *c* se colocan unas gotas de agua destinadas á descomponer el fluoruro de silicio. Con esta disposición los anillos de sílice se forman con gran facilidad. Termínada la experiencia, se busca en el agua del tubito *c* el ácido hidrofluosilícico por la reacción del hidrofluosilicato bárico. Se obtienen así cristales microscópicos muy bien formados de hidrofluosilicato bárico, insolubles en el ácido clorhídrico.

En las aguas minerales que he examinado, la mezcla de fluoruro y silicato cálcico que se obtiene buscando el fluor, es tan íntima que al añadir el ácido sulfúrico concentrado, se desprende fluoruro de silicio, probablemente en su totalidad, sin necesidad de calentar. La silice existe en estas aguas en bastante proporción para trasformar todo el fluor en fluoruro de silicio.

Un elemento muy frecuente en las aguas de Galicia es el litio. Muchas de ellas se contienen en tal cantidad, que una gota colocada en una espiral de platino, é introducida en la llama del mechero de Bunsen, es sufficiente para que el espectroscopio descubra su presencia. El sodio colorea la llama en amarillo intenso y su espectro es una raya amarilla distante de la roja del litio; pero al mis-

mo tiempo acompaña á esta raya una iluminación general que es la causa por la que el litio no se descubre con el espectroscopio cuando está mezclado con grandes cantidades de sodio.

En muchas aguas minerales, las sales que predominan son las de sosa y para buscar el litio, se recomienda una serie de tratamientos alcohólicos, mediante los cuales, se separa la mayor parte del cloruro sódico, poco soluble en el alcohol, y se obtienen soluciones concentradas de cloruro lítico, que dan fácilmente la reacción espectral, No hay, sin embargo, necesidad en muchos casos, de seguir los largos tratamientos que recomienda Fresenius. El método siguiente me ha dado muy buen resultado.

Se acidula el agua con ácido clorhídrico y se evapora hasta sequedad al baño de maría. Si la cantidad de sal que contiene el agua es muy considerable, es conveniente, después de haber acidulado con ácido clorhídrico, neutralizar con amoníaco, precipitar con oxalato amónico, evaporar el líquido filtrado hasta sequedad y calentar el rojo para expulsar las sales amoniacales. En uno y otro caso, el resíduo se trata por ácido clorhídrico fumante y se filtra mediante la trompa por lana de vidrio. La mayor parte del cloruro sódico queda sin disolver y evaporando la disolución clorhídrica se obtiene un resíduo en el que el litio se descubre con facilidad. La cantidad de agua mineral necesaria para este ensayo es variable; pero muchas veces bastan de 200 á 1000^{cc}, para descubrir el litio con completa certeza.

Para hacer más sensible la investigación espectral del litio, y anular en parte la iluminación que produce el sodio cuando se encuentra en cantidad considerable, me ha dado buen resultado el colocar delante de la hendidura del espectroscopio un tubo de ensayo, lleno de una disolución diluida de permanganato potásico, disolución que deja pasar las radiaciones rojas del litio y detiene las amarillas dei sodio. La concentración de la solución de permanganato potásico debe ser proporcional á la cantidad de sodio.

El método que acabo de describir, puede aplicarse también á la investigación del potasio; gracias á él, he encontrado el potasio en algunas aguas minerales muy ricas en sales sódicas y en las que con los procedimientos ordinarios me había sido imposible descubrirlo.

La determinación cuantitativa del litio es una de las operaciones más engorrosas que el químico debe practicar en el análisis de las aguas: los tratamientos alcohólicos necesarios para separar la mayor parte de cloruro sódico, resultan penosos y en algunos casos, el resíduo retiene con tanta tenacidad el litio, que se hace imposible separarle en su totalidad.

El procedimiento espectroscópico que recomienda Cannizzaro y que dice que emplean muchos químicos, no presenta, á decir verdad, todas las garantías de precisión que hoy se exigen á los trabajos analíticos. En el estudio que hice con mi discípulo Sr. Busquet, hemos podido convencernos que los números que se asignan como límites de la sensibilidad de la reacción del litio, deben variar mu-

cho con el empleo de diferentes espectroscopios y según las condiciones de los observadores. Añadiendo á 20cc de agua destilada una solución de cloruro lítico que contenía 37 milígramos por 1000 centímetros cúbicos, se necesitó 1.5cc de esta solución para que apareciese la raya del litio, lo cual corresponde á 0'00258 milígramos por centímetro cúbico. Según Cannizzaro, basta una cantidad mucho menor y dicho químico descubre el litio en una solución que contiene 38 millonésimas de miligramo por centímetro cúbico.

Para determinar el litio en el agua mineral de Tona empleé el siguiente método que me parece de los más cómodos y exactos. Por los procedimientos generales del análisis, que es inútil recordar aquí, se obtienen los cloruros alcalinos de uno ó dos litros de agua. La mezcla seca de los cloruros se trata por ácido clorhídrico fumante; se filtra con la trompa por amianto ó lana de vidrio y se lava el resíduo con ácido clorhídrico fumante, hasta que examinado con el espectroscopio no dé la raya del litio. La solución clorhídrica se evapora hasta sequedad y, si el resíduo es considerable, se repite el tratamiento con ácido clorhídrico fumante: de esta manera se obtiene un resíduo que contiene todo el cloruro lítico, mezclado con pequeñas cantidades de cloruro sódico y potásico. Se disuelve este resíduo en muy poca agua y siguiendo el método de Gooch, fundado en el empleo del alcohol amílico, se determina el litio al estado de sulfato. Se consigue así concluir en dos ó tres días una operación que por los tratamientos alcohólicos exige un tiempo mucho mayor.

Las aguas de Tona son notables por la proporción de bromo y yodo que contienen, y por ser, según creo, las primeras de España en las que se ha descubierto el hidrógeno protocarbonado. La cantidad de bromo y yodo es tal, que ambos elementos se descubren directamente en el agua sin previa concentración. Poniendo unos cuantos centímetros cúbicos del agua en un tubo de ensayo, acidulando con ácido sulfúrico, añadiendo cloroformo y después una gota de ácido sulfúrico con vapores nitrosos y agitando, el cloroformo se colorea en violeta. Vertiendo después con precaución agua de cloro gota á gota, el cloroformo pierde el color rosado y toma un tinte amarillento. Para que estas reacciones se produzcan, es necesario, sin embargo, que el agua esté expuesta durante bastante tiempo al aire para que el sulfuro sódico que contiene en notable proporción se haya oxidado de antemano.

El manantial de Tona que he analizado, brota en el fondo de un pozo de más de 20 metros de profundidad, y está encerrado en un depósito. Los gases que se encuentran acumulados en el depósito, tienen gran presión, y con el fin de estudiarlos, practiqué un agujero en la pared superior del depósito, cerrándola inmediatamente con un tapón atravesado por un tubo de vidrio enlazado á su vez con un tubo de goma, provisto de una pinza de tornillo. Pude entonces comprobar que los gases que desprende el agua son combustibles; abriendo la pinza y aproximando un fósforo se obtienen grandes llamaradas.

Este gas inflamable ha dado orígen á algunas explosiones, obligando á huir más de una vez á los obreros que trabajaban en el fondo del pozo. Se creía que este gas inflamable era hidrógeno sulfurado; pero el débil olor que el gas posee, hace imposible esta suposición.

La mezcla gaseosa está formada por nitrógeno y gas de los pantanos. Colocando una pequeña cantidad de esta mezcla gaseosa en una campana de vidrio, haciendo saltar a través del gas la chispa eléctrica y poniendo los gases en contacto con el cloruro cuproso amoniacal, se forma un precipitado rojo que atestigua la producción de acetileno.

Para hacer el análisis cuantitativo de la mezcla gaseosa he seguido el método que recomienda Fresenius y que consiste en hacer pasar un volumen determinado al través de óxido cuprico calentado al rojo. De la cantidad de agua y de ácido carbónico producido, deduje las cantidades de carbono é hidrógeno.

El manantial de la fuente de la Pólvora dista tres kilómetros de la población de Gerona. El agua está encerrada en un pozo de 1,20 metros de diámetro. Llama la atención desde el primer momento la gran cantidad de ácido carbónico que desprende; podría decirse que el agua está en ebullición, oyéndose á algunos pasos de distancia el ruido que producen las burbujas al romperse en la superficie. Inútil es decir que la atmósfera del pozo es completamente irrespirable. Un ensayo aproximado dió 2670 litros de ácido carbónico por hora.

Además, las aguas de la fuente de la Pólvora, presentan una particularidad interesante que no se ha encontrado hasta ahora en ningún agua de España. En estas aguas el manganeso se descubre directamente y su proporción es considerable respecto al hierro que contienen,

Cuando se calienta el agua de la fuente de la Pólvora, se enturbia fuertemente, apareciendo en algunos puntos manchas parduzcas. El color pardo del precipitado no es debido al hierro como se afirmaba en un análisis hecho en Ginebra. Es debido al manganeso.

Esta condición se deduce de los datos de un análisis cuantitativo practicado con cuidado. Pero, además, reacciones cualitativas directas permiten convencerse fácilmente de que el manganeso existe en proporción en el agua.

1.° Acidulando fuertemente con ácido nítrico puro 200^{cc} de agua, añadiendo una pequeña cantidad de bióxido de plomo, haciendo hervir el líquido durante bastante tiempo y dejando depositar el bióxido de plomo, el líquido queda teñido con un rojo violado intenso.

2.° Añadiendo al agua cloruro amónico y amoníaco, el liquido permanece claro por ser muy pequeña la cantidad de hierro que contiene. Si ahora se añade agua de bromo y amoníaco, y se calienta suavemente, el líquido se colorea poco á poco en amarillo, acabando por separarse, al cabo de bastante tiempo, copos pardos de peroxido de manganeso.

En el Diccionario general de aguas minerales de Duran Fardel, se citan como aguas muy ricas en manganeso las aguas de Cransac y Crol (Francia), sobre las cuales han habido numerosas discusiones, pues de los ánalisis de Henry resultaba que contenían más de 0'50 gramos de sulfato de manganeso por litro, y de los de Blondeau que sólo existían indicios. Nada de particular tendría, sin embargo, la elevada mineralización de las aguas de Cransac y Crol, pues ambas pertenecen al grupo de las aguas llamadas de mina, y resultan de la lixiviación por infiltraciones pluviales, de esquistos carbonosos cargados de pirita de hierro y de materias bituminosas.

Marco T. Leco ha llamado también la atención más recientemente (Central Blatt 1898 II) sobre una agua muy rica en manganeso, procedente de Mirachevaz, en Servia. Esta agua contiene también sulfatos ferroso, cálcico, magnésico y alumínico en notable proporción y serán probablemente de un orígen análogo á las de Cransac y Crol.

La particularidad interesante que ofrecen las aguas de la fuente de la Pólvora, es la de que perteneciendo á un tipo muy diferente de las citadas anteriormente son, sin embargo, ricas en manganeso. He ensayado, además, hace poco tiempo, unas aguas procedentes de la provincia de Zaragoza, también muy ricas en bicarbonatos terreos, y de la misma manera que en las de la fuente de la Pólvora, el manganeso se descubre directamente, si bien existe en menor cantidad. Quizás esto sea una coincidencia fortuita; pero sería interesante averiguar si en las aguas ricas en bicarbonato cálcico es frecuente que el manganeso exista en tal proporción que se le pueda descubrir directamente.

A medida que los métodos analíticos se perfeccionan, el químico descubre nuevos elementos en las aguas y determina con más facilidad y exactitud aquéllos cuya presencia era ya conocida. De aquí la necesidad de repetir de tiempo en tiempo los análisis de los manantiales, lo cual tiene, además, la ventaja de suministrar al médico, datos más precisos para juzgar de su virtud terapéutica y para resolver científicamente la cuestión de si existe en algunas aguas minerales algo misterioso á que deben su influencia sobre el organismo y que no puede explicarse ni por la naturaleza de las substancias disueltas, ni por la influencia del clima, ni por las condiciones higiénicas de vida á que el enfermo se sujeta.

Los análisis anteriores demuestran también la gran riqueza y variedad de aguas minerales que España posee. A medida que su composición sea más conocida y sobre todo á medida que los balnearios reunan las condiciones de comodidad y recreo que poseen los establecimientos del extranjero, la afluencia de los bañistas aumentará considerablemente, cesará la moda de traspasar los Pirineos para buscar en otros países lo que en el nuestro tenemos abandonado, y una nueva fuente de riqueza se sumará á las muchas que, bien explotadas, tanto pueden contribuir á la prosperidad del país.

PRESENTED
30 SEP 1902

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 25

EXCURSIÓN GEOLÓGICA

DIRIGIDA Á ESTUDIAR LAS RELACIONES DEL GRUPO DE MONGAT CON EL DE VALLCARCA

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

DR. D. JAIME ALMERA, PBRO. CANÓNIGO

Publicada en septiembre de 1902

BRITISH MUSEUM NATURAL HISTORY

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 25

EXCURSIÓN GEOLÓGICA

DIRIGIDA Á ESTUDIAR LAS RELACIONES DEL GRUPO DE MONGAT CON EL DE VALLCARCA

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

DR. D. JAIME ALMERA, PBRO. CANÓNIGO

ref.

Publicada en septiembre de 1902

BRITISH MUSEUM NATURAL HISTORY

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

EXCURSIÓN GEOLÓGICA

DIRIGIDA Á ESTUDIAR LAS RELACIONES DEL GRUPO DE MONGAT CON EL DE VALLCARCA

por el Académico numerario

DR. D. JAIME ALMERA, PBRO. CANÓNIGO

Sesión del día 20 de noviembre de 1900

I

Por vía de complemento de la relación de las excursiones hechas hace dos años por la *Société géologique* de Francia en su reunión extraordinaria celebrada en esta capital y sus contornos, voy á exponer á la Academia el resultado de la dirigida á estudiar las relaciones del grupo de Mongat con el manchón de Vallcarca, á cuyo fin tengo el honor de presentar á la Corporación la edición 2.ª de la Hoja geológica de estos contornos, ampliada hasta dicho manchón, en la cual se echa de ver claramente cuán íntimas son las relaciones geológicas entre ambos isleos.

Saliendo de Barcelona en dirección al manchón de Vallcarca, después de salvar el llano cuaternario sobre qué está edificada la ciudad, su ensanche y suburbios, nos encontramos con el pequeño macizo de Vallcarca, cuya constitución geológica de arriba abajo es la siguiente:

1.º Trias inferior ó Vosgiese, representado por un isleo de pudinga y arenisca roja en el Coll, en el cual brota la *font Rubia*.

2.º El Carbonífero inferior ó Culm, el cual empieza á verse en la pequeña prominencia de C. Alegre de dalt, aparece luego más desarrollado en el barranco del Coll, y, circuyendo la mole, llena el sinclinal devónico de Ntra. Sra. del Coll y Vallcarca. Está caracterizado en la base por las cuarcitas lidianas, de cuya destrucción se han originado las guijas ó cantos rodados que, con la arenisca que se encuentra descansando encima de ellas, constituyen la roca llamada grauwaka en Alemania y pudinga de grageas en Francia. Esta, en las capas constituidas por elementos más finos, presenta impresiones de *Calamites transitionis* Gœpp., *C. tenuissimus* Gœpp., *Archæopteris lyra* Stur., *A. pachyrachis* Gœpp., *A. Tchermaki* Stur., *Archæocalamites radiata* Brongn. y *Sigillaria* sp., etc., y, á un nivel más elevado, reviste el carácter de filadios rojizos de origen marino con impresiones de *Fucoides subantiquus?*, *Encrinites* y *Philipsia* sp.

3.º Debajo vienen, en discordancia de estratificación, calizas compactas ar-

cillosas, azuladas, pardas ó amarillentas, llenas de *Orthoceras* indeterminables con *Kralowna Catalaunica* Barrande, *K. Almeræ* Barrande y *Tentaculites*, pertenecientes al Devónico inferior. Debajo, también en discordancia de estratificación, existe otra zona de calizas con filadios intercalados, en los cuales nótanse pequeños *Orthis* y abundancia de *Leptæna* (*L. corrugata* Rich.), sobre todo encima del Coll y al lado N. del Putxet junto á la carretera, las cuales corresponden á un nivel más bajo del Devónico que el precedente.

4.° Debajo de esta, también en discordancia de estratificación, puesto que todo está levantado y retorcido, vienen calizas compactas, ferrugíneas, con *Orthoceras* raros y tallos de *Encrinites*, y dolomias enteramente dislocadas, pertenecientes todavía tal vez al Devónico inferior, muy afines á las llamadas griottes.

5.° Debajo, y en discordancia asimismo de estratificación, vienen filadios arcillosos con *Graptolites* y con nódulos que contienen también estos fósiles y peces del género *Ceratiocaris*. Las especies de Graptolites reconocidas son: *M. priodon*, *M. Becki*, *M. Rœmeri*, *M. Flemingii*, *M. dubius*, etc. El espesor de este tramo, que pertenece al Silúrico superior, (Gotlandiense), aunque no es mucho, es imposible de fijar, por lo muy atormentados y revueltos que se presentan los filadios que lo integran.

6.° Debajo viene otro nivel de pizarras grauwákicas, menos arcillosas que las precedentes, también plegadas y contorcidas, conteniendo profusión de especies, la mayor parte indeterminables, de Braquiópodos y Antozoos. De los primeros se reconocen:

Orthis Actoniæ Sow.
» *vespertilio* Sow.
» *calligramme* Dalm.
» *testudinaria* Dalm.

Y de los segundos, *Echinospherites* cf. *balticus* Eichw., cuya fauna nos dice que este conjunto de capas pertenece al Silúrico inferior ú Ordoviciense (nivel de Caradoc).

7.° Debajo vienen otras pizarras también plegadas, nudosas, rizadas, semimetamorfoseadas. Por lo que hasta el presente se conoce, no contienen fósiles.

8.° Por fin, debajo de todo siguen pizarras macliferas y micomacliferas, á las cuales ha alcanzado la acción metamorfoseadora del granito que directamente las sostiene. Este constituye la base de toda la formación, como es fácil reconocerlo, aunque esté enmascarado por un manto de cuaternario arcilloso travertínico.

Si de Vallcarca nos dirigimos hacia el N. ó cerro de Moncada, observaremos que se presenta en éste la misma série silúrica y devónica, excepto el Carboníf-

ro, que de seguro debió existir lo mismo que el Trias, pero que han desaparecido, por la erosión efectuada en dicha mole, al través de las épocas geológicas, por los consabidos agentes erosivos de la naturaleza. Esto nos indica, como tengo ya dicho á la Academia, que la série de Vallcarca se prolongaba hacia el N., enlazándose con la de Moncada por encima de las formaciones más antiguas, que, gracias á haber resistido á la accióa demoledora de los agentes naturales, se elevan actualmente entre ambos manchones paleozoicos.

Si de Moncada, atravesando el río Besós, nos dirigimos hacia el E., nos encontramos desde luego con la continuacion de las pizarras cristalinas macliferas, á las que siguen las micomacliferas metamorfoseadas unas y otras por el granito, sobre qué descansan también directamente. Este integra casi toda la cordillera de levante, ya que sólo tres manchones de rocas estratificadas se reconocen en la misma.

El primero de ellos, es el reducido ísleo de S. Adriá, en la ribera izquierda del Besós junto á la Torre Roja, constituido por pizarras micomacliferas, macliferas y calizas pardas dolomíticas, el cual se puede considerar como el trazo de unión entre los manchones de Moncada y Mongat, que empieza á unos 4 kilómetros al oriente del primero.

Este manchón reviste excepcional interés, por ser la prueba más evidente de que las formaciones paleozoica y triásica del O. del Besós no morían en la cuenca de este río, sino que se continuaban hacia levante, hasta ganar el Mediterráneo y hundirse en él, pues en tal macizo se registran las mismas rocas y los mismos niveles paleontológicos que integran aquellas formaciones en la parte opuesta del Besós.

En efecto, á menos de 5 kilómetros del río nos encontramos desde luego con un pequeño isleo de triásico superior, el cual se dá la mano con otro también reducido que más hacia el E. aparece y constituye al través del torrente de Pomar el lazo de unión con la pequeña mole triásica del turó den Suriol y de la Batería situada entre Tiana, las Mallorquinas y Badalona. Su constitución es la misma que encontramos en las moles de Begas, Gelida y en el gran manchón del NO. del Panadés, por mas que el trastorno de los estratos sea aquí muy grande; de tal suerte que sería difícil, por no decir imposible, reconstituir la série, sino precediera, como término de comparación, el conocimiento de los manchones citados.

Así que de arriba abajo la série es la siguiente: 1.°, calizas grises algún tanto compactas con vacuolas, conteniendo variadas impresiones y moldes de Moluscos marinos, Gasterópodos (*Turritella* sp., *Cochlearia?* sp.) y Pelecípodos (*Cyprina?* sp., *Astarte* sp., *Artemis?* sp.) etc.; 2.°, capas de caliza dolomítica; 3.° psamitas rojas arcillosas yesíferas; 4.°, calizas arcíllosas amarillentas divididas en lechos delgados ó tabulares, explotadas para la fabricación de cemento.

Todas estas capas, y sobre todo las de los niveles inferiores, están no sólo

enderezadas, sino plegadas, retorcidas y revueltas, de tal suerte, que en algún punto constituyen un verdadero laberinto geológico, puesto que han rebasado la vertical formando pliegues caidos.

El piso medio ó Muschelkalk (Virgloriense), está tán destrozado y desmantelado que apenas puede reconocerse.

En cambio el piso inferior ó Vosgiense, constituido por la arenisca roja arriba y la pudinga debajo, se presenta bien distinto, aunque reducido á un isleo de unos 40 metros superficiales en el altozano en que tiene orígen el torrentecillo de Las Corts, junto al peñón de Mongat. En este punto se apoya casi todo él directamente sobre el granito.

Debajo la formación triásica vienen, en discordancia de estratificación, las calizas devónicas enteramente idénticas á las de Moncada, Mont Baró y Vallcarca, ó sea con textura compacta ferruginosa de color pardo, y del carácter de las griottes y dolomíticas en su nivel inferior, y de color azul, más compactas y con muchos *Orthoceras* en su nivel superior. Integran casi todo el promontorio ó peñón de Mongat batido por el mar y casi toda la vertiente occidental del inmediato cerro Ribas. Ambos están separados por una pequeña hondonada que forman las mismas, por la cual corre el torrente de la Font. En el cerro Ribas están muy inclinadas buzando hacia el O. bajo un ángulo mayor de 60°.

En este mismo cerro, debajo de las calizas y casi en concordancia de estratificación, vienen los filadios arcillosos, que revisten todos los caracteres de los del silúrico superior de Moncada y Vallcarca con *Graptolites*. Tales filadios asoman asimismo detrás y al O. de la casa Cremada y en el contiguo afluente del torrente de Las Corts, paralelo al citado de la Font.

En el adjunto cerro Ribas, sigue á continuación y presentando el mismo buzamiento, una série de pizarras sobre las que la acción metamorfoseadora del granito ha sido más fuerte que en las precedentes, las que aparecen también debajo de las del nivel anterior en discordancia de estratificación, junto al contiguo Puig de Las Corts con la facies de las Ordovicienses de Vallcarca y Moncada.

Por fin, debajo de todas y con el mismo buzamiento, aparecen en el cerro Ribas, según es de ver en el corte de la carretera del Estado, tocando al mismo pueblo, las maclíferas y micomaclíferas apoyadas directamente sobre el granito descompuesto. Hay que añadir que de esta formación pizarrosa aparece también una estrecha banda al NO. del citado cerro triásico den Suriol, entre el granito y el Trias, la cual es de presumir que por debajo de éste vaya á enlazarse con las precedentes.

El Carbonífero parece estar constituido por una fajita de grauwaka cruzada por erupciones de pórfido cuarcífero, que existe al N. del peñón de Mongat ó cerro Bonastre, enteramente parecida á la de Vallcarca, si bien la poca consistencia que ofrece hace dudar de su edad paleozoica. De todos modos no hay duda alguna que tal depósito, si no es de la época carbonífera, se ha formado con los elementos de la roca de esta edad geológica y de los del Trias que estaban *in situ*.

Añadamos, por fin, que además del granito que tiene, como hemos dicho, el señorío de la región, preséntanse en esta pequeña mole, como en la de Vallcarca, erupciones de pórfido cuarcífero que cruza las pizarras silúricas y las calizas devónicas ferruginosas, compactas y dolomíticas, explotadas por la Compañía del ferrocarril de Madrid, Zaragoza y Alicante.

II

En esta misma mole, apoyándose en estratificación transgresiva sobre el Paleozoico y Triásico, existe un potente depósito que es de origen torrencial en su base, en cuya constitución entran todos los elementos locales de la comarca, á saber: granito, pórfidos, filadios, cuarzo, calizas, dolomias, areniscas y psamitas rojas y pudingas triásicas. Ocupa no sólo el colladito formado por el pequeño sinclinal que separa los cerros Ribas y peñón de Mongat, sino también la ladera oriental de éste contra la cual está adosada.

Encima de este depósito poligénico sin estratificación manifiesta, descansan una série de hiladas de espesor vario, 0^m3 á 0^m50, entre las cuales alternan los depósitos cenagosos y margosos con otros formados de derrubios brechoideos de las rocas del trias medio, y del superior sobre todo, que están á poca distancia, por no decir adjuntas, constituyendo los cerros de la Batería y den Suriol. Unas y otras se presentan inclinadas hacia el O., más fuertemente las de la base (40°) que las superiores (8° á 10°). La potencia del conjunto, aunque no se puede medir con precisión, será de unos 10 metros, siendo la del depósito superior ó manifiestamente estratificado de unos 5 metros.

Es de notar que entre los elementos de tal depósito no se encuentra el yeso, á pesar de ser tan abundante en esta pequeña mole, lo cual indica, ó que estaba fuera del alcance de la acción erosiva de los agentes atmosféricos por hallarse, según lo encontramos hoy, á grande profundidad, ó que por efecto de su escasa dureza y resistencia, desapareció entre los restantes elementos.

La facies de este depósito y, sobre todo, la presencia de hojas de *Salix angusta*, cuyas impresiones, entre otras, se encuentran en las hiladas margosas del cerro Bonastre, acusan claramente que es terciario superior, Pontiense ó Pliocénico, y paralelo, por tanto, y tal vez sincrónico, en parte, de los aluviones que se notan entre Badalona y San Adriá de Besós, coronando el Puigfret, el cerro den Caritg y la loma del Bou magre; entre el apeadero de la Bonanova y San Gervasio en la vertiente costanera de esta pequeña mole paleozoica y en la parte alta de la colina de Montjuich. Tal vez lo sea asimismo del depósito de acarreo del Vallés.

Como por razón de mi cuna han sido repetidas las veces que se ha presentado á mis ojos la base de este depósito al atravesar el túnel en tren, muchas han sido las ocasiones que he tenido de meditar sobre su procedencia y causas de estar allí adosada aquella masa de brechas y pudingas, al parecer aislada.

Pero no es fácil dar con la explicación clara de ello sin recorrer paso á paso la comarca y sin subir á los cerros que la integran, á saber, los den Ribas, den Bonastre y del Telégrafo ó del túnel, pues sólo de esta manera se vé el enlace y relación que tiene tal depósito con las capas terciarias adyacentes al mismo. En éfecto, así el estudio de tales depósitos como el de la orografía de este pequeño rincón del litoral de levante, nos enseñan claramente que en los tiempos miocénicos, á lo menos á partir de la época tortonense, existía entre los cerros Ribas y el inmediato del Telégrafo, una hondonada ó gran barranco, producido por la acción erosiva de las aguas y agentes atmosféricos, el cual tenía su origen en los inmediatos cerros triásicos de la Batería y den Suriol, y su desembocadura ó terminación en el litoral ó lado E. de Mongat. Para convencerce de ello, no hay más que fijarse por un lado en la escarpa á modo de falla, actualmente todavía existente por encima del depósito terciario en el cerro del Telégrafo, contra la cual intesta por el lado S. todo el depósito terciario.

Por este barranco corrían las aguas que procedían de la adjunta mole citada, arrastrando al principio, en virtud de la impetuosidad de la corriente, debida al fuerte declive que existiría, los cantos rodados y angulosos, triásicos, paleozoicos y eruptivos, que hallaba á su paso así en la superficie como en las vertientes que confluían á este fondo, de los que la mayor parte caían en el extremo ó boca del barranco, dando orígen al cono de deyección ó depósito poligénico torrencial referido de la base.

Siguiendo las cosas su curso natural, este depósito fué aumentando de espesor, y en consecuencia el barranco fué llenándose y la impetuosidad de las corrientes disminuyendo en proporción al menor declive que por efecto del terraplenamiento de aquél iba resultando. Así se explica que pudieran originarse más tarde las hiladas de depósitos tranquilos ó cenagosos con impresiones de hojas de *Salix angusta*, que andan intercalados con otros constituídos por chinas y guijas, representantes de corrientes más fuertes ocasionadas por los aguaceros periódicos de la comarca en aquella época.

A la vuelta de un largo período de tiempo y gracias á la deposición más ó menos frecuente y acentuada de los materiales acarreados por las aguas, vino á quedar casi lleno este barranco ú hondonada, destacándose por encima del depósito sólo la parte alta de los actuales cerros Ribas y del Telégrafo.

Mas por lo que se nota, no quedaron las capas formadas en su posición é inclinación inicial, que debió ser naturalmente hacia el E. ó en el sentido de la corriente que las originó ó dejó depositar en dicho sitio, á tenor de las leyes del acarreo, puesto que las vemos en la actualidad, como llevamos dicho, fuertemente inclinadas en sentido opuesto ó hacia el O.

¿Cuál ha sido la causa de este cambio de inclinación sobrevenido? Examinando la mole por todos sus lados, y sobre todo el cerro del Telégrafo por el lado del O., se nota que los bancos de las calizas devónicas y las capas de Trias que se encuentran encima, están casi enderezadas con fuerte buzamiento hacia el NO.

próximamente y por tanto en concordancia de inclinación, aunque no en el mismo grado, con las terciarias. Esto nos indica que posteriormente á la deposición de estos materiales terciarios se reiteró en este sitio un movimiento sísmico en el que jugó la falla existente ya de antiguo tal vez en el litoral, gracias á la cual quedó rota la continuidad de las capas paleozoicas y tal vez de las triásicas levantadas con las que quedaron sumergidas en el fondo del Mediterráneo. De ello se originó un nuevo movimiento de elevación de las capas paleozoicas y triásicas citadas, el cual alcanzó naturalmente á las terciarias que descansaban encima de aquéllas, resultando un fenómeno dinámico parecido al que ocasionó la elevación de las del Montjuich, gracias á la falla producida en el seno de dichos depósitos (1), ó al que levantó las pliocénicas de Barcelona, Sans, Hospitalet, etc.

De este movimiento de la corteza resultó no sólo el levantamiento y modificación de su inclinación primitiva, sino una inclinación opuesta, que es la que actualmente tienen, además del quebrantamiento de dicho depósito terciario cerca de su extremidad E., originándose con ello una suerte de pequeño anticlinal terciario, cuyo eje viene á pasar por la parte E. del cerro del Telégrafo. Así se explica en dicha vertiente E. la presencia del pequeño isleo de pudinga poligénica cortada por el túnel y pegado á la misma, el cual debemos considerar como el brazo oriental de este reducido anticlinal moderno.

Este movimiento, de efectos análogos al que ocasionó el Montjuich, ¿tiene alguna relación con el que originó esta colina? Dado que los depósitos terciarios de Mongat y los superiores de Montjuich tienen una facies parecida, análoga inclinación, atendidas las especies de restos fósiles en ambos puntos halladas, y la corta distancia á que están entre sí, es de creer que el movimiento ó juego de la corteza terrestre en estos dos sitios fué en parte coetaneo y traducido en ambos puntos por la exaltación de las capas que los ocupaban al nivel poco más ó menos en que los vemos actualmente.

De todo lo cual se deduce:

1.° Que en dicho sitio las formaciones sedimentarias primarias y secundarias, se extendían antiguamente hacia levante, algo más de lo que vemos en la época actual.

2.° Que al final de los tiempos miocénicos ó durante los pliocénicos, se establecieron corrientes torrenciales y fluviátiles periódicas de O. á E., en vez de las que existen ahora de NNO. á SSO.

3.° Que, gracias á las mismas, se efectuaron los depósitos torrencial y fluvio-lacustre existentes encima las formaciones paleozoicas y mesozoicas.

4.° Que, con posterioridad á tales depósitos, entró en acción la antigua frac-

(1) Almera: *Compte rendu de la Reunión extraordinaire de la Société Géologique de France à Barcelona*—Bullet. T. XXVI, pág. 687.

tura de la corteza terrestre correspondiente á este litoral, cuyo movimiento se tradujo por la exaltación de las capas depositadas y el cambio de inclinación de las mismas.

5.º Que, merced á este fenómeno sísmico, se alteraron por completo la orografía de la mole y su régimen hidrográfico y no poco las relaciones de todas las formaciones citadas entre sí.

PRESENTED
30 SEP. 1902

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 26

SOBRE ALGUNAS IMPRESIONES VEGETALES DEL KIMERIDGENSE DE SANTA MARÍA DE MEYÁ

Provincia de Lérida (Cataluña)

POR EL INGENIERO JEFE DE MINAS, MIEMBRO DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS DEL INSTITUTO DE FRANCIA

M. RENÉ ZEILLER

LEÍDA POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

D. LUIS MARIANO VIDAL

BRITISH MUSEUM NATURAL HISTORY

Publicada en octubre de 1902

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 26

SOBRE ALGUNAS IMPRESIONES VEGETALES DEL KIMERIDGENSE DE SANTA MARÍA DE MEYÁ

Provincia de Lérida (Cataluña)

POR EL INGENIERO JEFE DE MINAS, MIEMBRO DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS DEL INSTITUTO DE FRANCIA

M. RENÉ ZEILLER

LEÍDA POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

D. LUIS MARIANO VIDAL

Publicada en octubre de 1902

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

Sobre algunas impresiones vegetales del KIMERIDGENSE de Santa María de Meyá (Lérida)

por el Ingeniero Jefe de minas, Miembro de la Academia de Cieucias del Instituto de Francia

M. René Zeiller

leída por el Académico numerario

D. Luis Mariano Vidal

Sesión del 27 febrero de 1902.

D. Luís Mariano Vidal ha tenido la atención de enviarme para ser examinados, unos fósiles vegetales que ha podido recoger en las calizas Kimeridgenses de Santa María de Meyá.

He reconocido entre ellas varios fragmentos de ramas de helecho perteneciente sin duda á los *Sphenopteridios;* una hoja suelta de *Cycadinea* del género *Zamites:* una ramita de conífera del género *Pagiophyllum,* y otras tres formas específicas de atribución un poco dudosa, ó por lo menos, cuya posición sistemática queda incierta; y son, una rama desprovista de hojas, pero que lleva cicatrices foliares semejantes á las de los *Cordaicladus* ó ramas de Cordaïtes de las formaciones paleozoicas: fragmentos de largas hojas capilares que recuerdan las de los pinos; y en fin, ramas con hojas recordando á primera vista ciertos *asterophyllites* hulleros, pero que en realidad pertenecen al género *pseudoasterophillites* creado por Velenovsky para unas impresiones del Cenomanense de la Bohemia, género cuya clasificación queda, desgraciadamente poblemática.

Mencionaré además la impresión de una larva de insecto.

Describiré sucesivamente estas formas diferentes, en el orden en que acabo de enumerarlas.

Sphenopteris cf. *microclada.* Saporta

Lám. 1. Fig. 2.

En algunas de las lajas calizas de Santa María de Meyá existen diseminados fragmentos, de una conservación por desgracia imperfecta, de frondas de helecho, compuestas de un tallo de 1 milímetro á 1'5 milímetros de grueso, llevando á uno y otro lado, pínulas alternas, distantes de 5 á 8 milímetros las de un mismo lado, largas de 10 á 15 milímetros, formadas de un eje muy estrecho que se desprende del tallo bajo un ángulo bastante abierto y se divide por una serie de dicotomias mas ó menos regulares, en filamentos capilares mas ó menos

levantados ó tendidos. Tan pronto el eje de la pínula parece bifurcarse en ramas exactamente simétricas, tan pronto parece continuarse mas ó menos claramente en forma de un eje principal doblegado en zig-zag soltando á derecha é izquierda segmentos capilares dos ó tres veces dicotómicos.

La fig. 2, lám. 1 reproduce la porción principal de una de estas impresiones, cuyo tallo se sigue sobre 17 centímetros de longitud. Se encuentra cruzado hácia la base de la figura, por un fragmento de fronda semejante, pero menos extenso. La misma laja lleva además otros diez fragmentos de frondas constituidas del mismo modo, cinco de las cuales van agrupadas paralelamente, unas al lado de otras, como si hubiesen hecho parte de un mismo ramo; pero no se siguen hasta su base, de modo que este agrupamiento parece ser puramente accidental.

No parece dudoso que se trata de frondas simplemente primarias, de pínulas divididas en lóbulos capilares, enteramente comparables á las de ciertos *Trichomanes* de la flora actual, y en particular á la del *Trich. pluma* Hook.

Estas impresiones ofrecen también gran semejanza con el *Sphenopteris microclada,* Saporta, del Kimeridgense y del Portlandense de Portugal (1) y estoy inclinado á creer en su identidad específica: no obstante, la especie portuguesa parece tener pínulas mas pequeñas, mas próximas, y segmentos menos dilatados; pero está representada por ejemplares tan fragmentarios, que es imposible asegurarse de la constancia de estos caracteres diferenciales; y me parece prudente, sobretodo no teniendo á la vista los ejemplares originales, afirmar nada. Me limito pues á indicar la comparación, seguro de que la especie de Santa María de Meyá, si no es idéntica á su contemporánea de Portugal, por lo menos le es muy afine.

Zamites cf. *acerosus*. Saporta.

Lám. 1. fig. 5.

La hoja desprendida que representa esta figura, me parece deber ser clasificada como *Zamites acerosus* (2) á causa de su forma lanceolada, los bordes laterales convergiendo casi desde la base al vértice que es afilado en punta muy aguda.

En los *Zamites Ferronis*, Brogniart, las hojas afectan generalmente un contorno mas lineal; los bordes laterales permanecen paralelos sobre una cierta extensión que varía del tercio á los dos tercios de la longitud de la hoja. Sin embargo, este carácter, muy acusado en las hojas de la región media y superior de la fronda es muchas veces menos acentuado sobre las hojas menos inferiores, que alguna vez ofrecen una forma claremente lanceolada, como puede verse en una

(1) M. de Saporta.—Flore fossile du Portugal: Nouvelles contributions à la Flore Mesozoique, p. 23, pl. VI, fig. 12. pl. XIV. fig. 3-5.

(2) Paleontologie francaise.—Plantes jurassiques. T. 17. pag. 97. pl. 86.

de las numerosas figuras de esta especie publicadas por Saporta (1) y que yo he comprobado sobre diferentes impresiones de Orbagnoux.

Se puede, por lo tanto, preguntarse si la hoja de Santa María de Meyá pertenecerá á esta especie tan común en el kimeridgense: sin embargo, las grandes dimensiones de este ejemplar, si este procediese, en efecto, de la base de una fronda, supondrian para las hojas de la región media y para la fronda misma, dimensiones notablemente superiores á las que se observa en los mayores ejemplares de *Zam. Feneonis.* Por lo cual me parece poco probable que deba atribuirse á esta última especie.

Por otra parte, el *Zam. acerosus,* que no ha sido encontrado hasta hoy mas que en el Coralino superior de Châteauroux, no es conocido sino de un modo imperfecto, y cabe preguntarse con Saporta, si no se representará una simple variedad del *Zam. feneonis.* Yo debo añadir que los ejemplares que he visto no me han ofrecido hojas tan anchas en su base como esta de la provincia de Lérida. Creo pues, prudente no dar una determinación definitiva, hasta tener ejemplares mas completos.

Pagiophyllum cirinicum. Saporta.

Lám. 1. fig. 3.

Esta figura reproduce el vaciado en yeso de la impresión en hueco de un ramo de conífera, cuya clasificación en el género *Pagiophillum* no deja lugar á duda, y que creo poder colocar en el *P. cirinicum.* Saporta. del kimeridgense de Bugey (2). Me parece ser intermediario, entre las dos formas que Saporta ha descrito bajo este nombre, por sus hojas mas salientes que en la forma típica, pero un poco menos salientes y menos encorvadas en gancho por su extremo que en la variedad *uncinatum.* Las hojas parecen ciertamente, menos agudas que las del *Pag. cirinicum*, y recuerdan bajo este punto de vista las del *Pag. rigidum* Pomel. sp. al cual Saporta al principio había asimilado la especie de Cirin: pero un exámen atento del ejemplar, prueba que las hojas mejor conservadas terminan realmente en punta, y que la apariencia obtusa que ofrecen en su mayor número debe provenir del aplastamiento y de la imperfección de la impresión.

Cf. *Cordaicladus*

Lám. 1. fig. 1. A.

La rama que reproduce esta figura, presenta en la superficie numerosas cicatrices foliares afectando la forma de elipses alargadas en el sentido horizontal, un poco mas rebajadas en su mitad inferior que en la superior, midiendo

(1) Ibid. pl. 87. fig. 3. pl. 89. abajo, derecha.

(2) Paleontologie francaise. Plantes jurassiques. T. III, p. 402. pl. 180, fig. 3-5. pl. 181. pl. 182.

3 ó 4 milímetros de longitud por 1'5 á 2 milímetros de altura. Están provistas en su interior de cicatricillas á modo de puntos, en número de 5 á 7, dispuestas en línea casi horizontal según el diámetro mayor de la cicatriz y que corresponden evidentemente al paso de los hacecillos libicológicos. Lám. 1, fig. 1. *a*.

La separación relativa de estas cicatrices foliares, es por lo demás bastante variable. Se muestran sobre todo muy próximas inmediatamente encima de los puntos de ramificación. Un poco por encima de ellas se ven acá y acullá pequeñas cicatrices redondas mas ó menos claramente umbilicadas.

Así formada, esta rama ofrece sorpendente analogía con las de *Cordaites* del terreno hulléro, y en particular, con ciertas ramas de pequeño diámetro que M. Grand'Eury ha clasificado como *Poacordaites* (1). Se sabe que en los *Cordaites* las pequeñas cicatrices circulares situadas encima de las cicatrices foliares, representan los puntos de inserción de las espigas fructificadoras. Es probable, aunque no se pueda afirmar del todo, que estas pequeñas cicatrices tienen aquí la misma significación.

Parece hoy mas que probable, que es preciso colocar entre los *Cordaites* considerados en otro tiempo como exclusivamente paleozoicos, un cierto número de hojas á modo de cinta, del periodo secundario, tenidas antes por *Monocotyledoneas* por ejemplo, las *Yuccites*· No sería pues extraño que la rama de Santa María de Meyá perteneciese realmente á una *Cordaites*. No obstante, y á pesar de la identidad de carácteres, yo creo deber limitarme á aproximarla al género *Cordaicladus*, mejor que colocarlo formalmente en este género, aún entendiéndolo en un sentido mas lato que el que ha dado M. Grand'Eury.

Me abstengo también de denominarlo específicamente, á causa del poco valor de las especies que se pueden establecer sobre tales órganos.

Pityophyllum flexile. nov. sp.

Lám. 1. fig. 1. B.

Al lado de la rama *A* de que acabo de hablar, á su lado derecho, se observan sobre la misma placa fragmentos de hojas capilares *B* mas ó menos fuertemente encorvadas, y alguna vez torcidas sobre su eje. Estas hojas, cuyo ancho varía de 0'75 milímetros á 1'30 milímetros, se ven provistas de muy finas fibras longitudinales paralelas, separadas de 0'05 milímetros á 0'06. Lám. 1. fig. 1 *b*., y ofrecen así un aspecto enteramente análogo al de las hojas de pino.

Vistas al microscopio en las porciones mejor conservadas, parece que se ven entre estas fibras, unas líneas uniseriales de depresiones punctiformes contiguas, semejantes á las que en los pinos corresponden á los estomas. Uno de los fragmentos, el mas largo, que mide 16 c. m. de longitud, presenta una terminación clara en punta roma, como muchas agujas de pino.

(1) Grand'Eury. Flore carbonifère du département de la Loire. p. 223. pl. XXVII. fig. 2.

Estaría, pues, inclinado á creer que son hojas de pino, si su modo de estar replegadas y torcidas no me pareciese difícilmente compatible con la rigidez habitual de las hojas de este género de coníferas. Sin embargo, además de que ciertos pinos, como el *P. excelsa.* Wall. ó mejor aún el *P. Khasya.* Royle. tienen hojas particularmente flexibles, no me parece imposible que unas hojas relativamente rígidas al estado vivo, puedan, después de una maceración prolongada, torcerse y replegarse de este modo.

Acaso se podría pensar también, para las impresiones de que me ocupo, en otras coníferas jurásicas que tienen igualmente hojas aciculares mas ó menos largas, como los *Schizolepis:* pero no se ha señalado, que yo sepa, sobre las hojas de este género, las finas fibras longitudinales que se ven aquí, y que me parecen motivar, sinó una identificación, por lo menos una aproximación al género *Pinus.*

Por lo demás, el nombre genérico de *Pityphyllum* que yo aplico á estas hojas de Santa María de Meyá, ha sido propuesto por M. Nathorst para designar todas las hojas, no solo de *Pinus,* sino análogas á las hojas de pino, comprendiendo en ellas hojas sueltas de *Schizolepis* (1).

Muchas formas específicas de este tipo han sido observadas desde el Rhetiense hasta el Wealdiense, y en particular en el Jurásico superior de Advent Bay en el Spitzberg, sin que se haya podido precisar con certeza si pertenecen ó nó al género Pinus, aunque algunas de estas hojas parecen realmente haber sido agrupadas en haces como las de los pinos (2) actuales.

No será posible pronunciarse sobre la clasificacion de estas hojas, aunque ofrezcan alguna analogía con las de los pinos, hasta que se lleguen á descubrir ejemplares más perfectos que permitan darse cuenta de su modo de insercion, y de como se agrupaban. Por ahora, la interpretación más verosímil consiste en tomarlas como hojas de coníferas, y aproximarlas al *Pinus.* Mas, por incierta que quede esta interpretación, me han parecido bastante interesantes para merecer que se fije un instante la atención en ellas.

Pseudoasterophyllites Vidali. nov. sp.

Lám. 2. fig. 1. 2. 3. 4.

De los ejemplares recogidos en Santa María de Meyá, los mas notables son seguramente los que reproducen estas figuras.

Presentan ramitas aún adheridas á una rama mas fuerte en la fig. 1, y aisladas en los otros ejemplares, formadas de un eje de 1 á 2 milímetros de diámetro, dividido en entrenudos de 3 á 6 milímetros de longitud, de ramificación dística,

(1) *Nathorst.* Zur fossilen Flora der Polarländer. 1.° Theil. 2.° Lief. Zur mesozoischen Flora Spitzbergens p. 62. (K. Sv. Vetentk. Akad. Handlingar Bd. XXX. No. 1. 1897).

(2) *Nathorst.* loc. cit. pl. 5. fig. 8.

arrancando á cada nudo dos rámulas opuestas extendidas, rectas, mas ó menos flexuosas, largas de 1 á 4 c. m.

Las rámulas se subdividen en entrenudos de 1 á 2 milímetros de longitud; la mayor parte quedan simples: algunas se ramifican á su vez llevando ramúsculas de 3 á 10 milímetros de longitud, tan pronto opuestas dos á dos, tan pronto alternas. A cada nudo lo mismo sobre las rámulas y ramúsculas que sobre el ramo mismo, vienen en número de 6 á 8, pequeñas hojas de apariencia coriácea, mas ó menos encorvadas, redondeadas ú obtusamente agudas en su vértice, largas de 1 á 2 milímetros por $^1/_4$ ó $^1/_3$ de milímetro de ancho.

Así formadas estas impresiones recuerdan enteramente los *Asterophyllites* hulleros, y á primera vista se inclinaría uno á clasificarlas como *A. grandis* Stenberg. sp., del Westfaliano: pero la rama que lleva estas ramificaciones en la fig. 1. presenta en ellas una irregularidad que no se encuentra en los verdaderos *Asterophyllites:* además parece, por la impresión haber sido muy gruesa, probablemente leñosa, cubierta por una corteza surcada de arrugas longitudinales flexuosas, y no ofrece ningún resto de los acanalados que muestran habitualmente los tallos y ramas de *Equisetáceas.*

Otras irregularidades de ramificación se notan igualmente en los ejemplares de las fig. 2. 3. 4., donde se ve una parte solamente de las rámulas laterales emitir ramúsculas dispuestas sin orden aparente, en tanto que las ramas hojosas de los *Asterophyllites* ofrecen siempre una ramificación exactamente simétrica. Además, si se examina las hojas que parecen agrupadas en verticilo á cada nudo, se nota sobre estas mismas figuras 1. 2. 3. 4. que las que son contiguas al eje de la rámula vuelven su convexidad hácia este (véase las figuras aumentadas 2 *a.* 2 *b.*) en lugar de estar todas arqueadas en el mismo sentido, mas ó menos cóncavas hácia arriba, como en los *Asterophyllites* y como debe ser realmente para las hojas homólogas de un mismo verticilo. Otras veces, y en particular sobre muchas rámulas del ejemplar fig. 1. como en las ramúsculas del ejemplar fig. 2. se constata una desigualdad notable entre las hojas de un mismo nudo, las dos mas bajas partiendo del eje á ángulo recto y teniendo el tamaño normal, mientras que las otras, comprendidas entre éstas y el eje son notablemente mas pequeñas.

Estas particularidades se observan en una planta del Cenomanense de Lipenech, en Bohemia, que O. Feistmantel había clasificado, parece, con el monbre *Asterophyllites cretaceus,* pero para el cual Velenovsky ha creado con razón un género nuevo, el género *Pseudoasterophyllites* (1) de modo que, aunque sus figuras 19 y 25 parecen algo idealizadas y restauradas, dejan ver las irregularidades de ramificación que distingue á este tipo de los verdaderos *Asterophyllites:* su fig. 19 muestra además la reducción gradual de las hojas hácia la extremidad

(1) *J. Velenovsky.* Neue Beiträge zur kenntnis der Pflanzen des bohmischen cenomans. p. 10-12 fig. 19-25. (Sitzungsber. d. k. Ges. d. Wissenschaften. 1886).

de las ramas, las cuales terminan también como las de Cataluña lám. 2. fig. 2. en punta mucho mas afilada que en los Asterophillites hulleros. En los ejemplares de Bohemia, como en los de Santa María de Meyá, las hojas son en general en número de 6, en cada nudo, (algunas veces, sin embargo más numerosas). A la verdad, en la fig. 19 de Velenovsky están representadas como volviendo todas su concavidad hácia arriba: sin embargo, en algunos puntos las hojas contiguas al eje vuelven su convexidad hácia él, y su figura aumentada 20, indica para las dos hojas comprendidas de cada lado del eje entre éste y las hojas mas inferiores, una disposición que no es la de las hojas verticiladas distribuidas igualmente al rededor del eje. En fin, sobre los dos verticilos superiores de su fig. 22, los dos pares internos de hojas, son, como ya he dicho sobre ciertas rámulas ó ramúsculas de las fig. 1 y 2, notablemente más pequeñas que las dos hojas externas, tanto, que el autor ha llamado la atención sobre esta particularidad.

En fin: Velenovsky ha hecho constar la ausencia de costillas longitudinales en los entrenudos, carácter que se encuentra igualmente en las impresiones de Santa María de Meyá.

La concordancia en estas condiciones me había parecido bastanre marcada para hacerme deducir la identidad genérica, ya que la planta cenomanense de Bohemia queda específicamente bien distinta de la del kimeridgense de España por sus dimensiones mucho mayores, midiendo sus hojas de 5 á 10 milímetros de longitud, mientras que sobre los ejemplares de Montsech, de las fig. 1. 2. 3. 4 , la longitud no excede de 2 milímetros: á pesar de esto he creido no deber fiarme solamente del exámen de las figuras, porque sobre todo la figura 19 de Velenovsky representa todas las hojas arqueadas en el mismo sentido, todas cóncavas hácia arriba, lo cual podía hacer creer en una discordancia importante. El Doctor Edwin Bayer, del Museo Nacional de Praga, á instancia mía, ha puesto á mi disposición con extrema complacencia muchos ejemplares bien conservados de la planta de Lipenec. Su exámen me ha definitivamente convencido de la identidad genérica, mostrándome sobre los ejemplares mejores las hojas contiguas al eje mas ó menos convexas hácia él, contra lo que parecía indicar la fig. 19 de Velenovsky, y confirmándose la exactitud de las otras indicaciones que concuerdan con los caracteres observados sobre los ejemplares recogidos por el Sr. Vidal. No hay, pues, duda alguna en colocar estos en el género *Pseudoasterophyllites,* en el cual constituyen una especie distinta que me complazco en dedicar á mi colega de Barcelona.

Mas, el exámen de estas impresiones, completado por el de los ejemplares de la Bohemia recibidos de M Bayer, me conduce á interpretarlos de otro modo que M. Velenovsky: me parece cierto, en efecto, que las hojas no son verticiladas, y que en realidad se trata de una planta de hojas opuestas y dísticas llevando en su axila una rama ó ramúscula mas ó menos desarrollada, representada muchas veces tan sólo por un par de hojas y hasta algunas veces, parece, por un simple botón lineal. El ejemplar fig. 3 es para esto, particularmente instructivo,

la rama estando conservada bajo forma de una lámina carbonosa cuya superficie finamente granuda representa la epidermis misma, tan bien, que he podido obtener una bastante buena preparación de un pequeño fragmento de cutícula: no presenta en los nudos entre las dos hojas laterales, ninguna traza de cicatrices foliares ó de hojas, ni de articulaciones; y es por consiguiente cierto, que la rama no llevaba en cada nudo sino las dos hojas opuestas de la axila, de las cuales partían las rámulas laterales. Se puede por lo demás, sobre este mismo ejemplar fig. 3. hacer la misma constatación sobre las rámulas, siendo las ramúsculas solas, demasiado débiles para prestarse á una observación de este género.

La rámulas y ramúsculas laterales llevaban hojas desde su base, y un buen número de estas ramúsculas, por lo menos sobre los ejemplares fig. 1 y 2, no están representadas sino por sus dos primeras hojas, que se encontraban opuestas, volviendo naturalmente su convexidad la una hácia la otra, la más cercana al eje de la rámula, volviendo por consiguiente su convexidad hácia él, según he hecho notar anteriormente; otras veces esta ramúscula está un poco más desarrollada, y se distingue entre sus dos primeras hojas, sea un boton lineal, sea un segundo par de hojas. En fin, puede desarrollarse completamente en un eje llevando un cierto número de pseudoverticilos compuestos cada uno de dos hojas laterales opuestas acompañadas en su axila, bien sea de un botón, bien de un par de hojas de dimensiones muchas veces más reducidas, como Velenovsky lo ha notado precisamente en una de las rámulas del ejemplar representado en su fig. 22. Las particularidades que yo he señalado antes, tanto sobre los ejemplares de Bohemia, como sobre los de España, se explican así de la manera más sencilla y más natural.

Se nota además en alguno de los ejemplares de Santa María de Meyá, sobretodo en la fig. 2, que el desarollo de las rámulas laterales parece obedecer á una ley bastante regular; pues estas rámulas, en lugar de ser exactamente simétricas á uno y otro lado del eje de la rama, y de variar gradualmente de longitud de uno á otro extremo de ésta, alternan en importancia de un nudo á otro, cada rámula corta encontrándose constantemente colocada entre dos rámulas largas en el mismo lado del eje, de modo tal, que á un mismo nivel, una rámula corta se halla opuesta á una rámula larga. Esta misma disposición se encuentra por lo demás, sobre los ejemplares fig. 3, aunque sea en ella algo menos visible por el estado más imperfecto de su conservación, y también sobre las ramitas dependientes del eje situado en lo alto de la fig. 1, paralelamente á su borde superior, mientras que en esa misma figura, las ramitas fijas en la rama principal, ofrecen una ramificación casi regular y simétrica. Esta alternancia de longitud también se observa en las ramúsculas de las rámulas inferiores del ejemplar fig. 2, si bien á causa de su menor desarrollo no está tan claramente acusada; pero es más visible en las ramúsculas que dependen de las rámulas superiores del ejemplar fig. 3.

Las figuras de Velenovsky no reproducen esta disposición alternante que,

por lo demás, no es constante en el *Pseudoasterophyllites Vidali*, como se vé en las ramitas de la izquierda de la fig. 1, y que, tal vez, era menos constante en el *Pseudoasterophyllites cretaceus:* pero yo la he encontrado muy claramente acusada en una de las impresiones que me ha remitido M. Bayer.

Parece que algunas veces, sobre todo en el ejemplar fig. 4, la alternación se traduce no solo por la desigualdad de las rámulas de un mismo nudo, sinó por aborto de una de ellas, alternando así las rámulas ó ramúsculas de uno á otro lado del eje; pueden entonces resultar, como sobre ciertas rámulas del lado izquierdo de esta misma figura, apariencias de bifurcación semejantes á las que Velenovsky ha constatado en la especie de Lipenec, y que ha señalado como constituyendo el modo habitual de ramificación.

Deseoso de llevar tan lejos como sea posible la comparación entre las dos especies, he ensayado obtener preparaciones de cutículas de una y otra; el *Pseudoasterophyllites cretaceus* me las ha proporcionado excelentes, que me han hecho ver en la cara inferior de todas las hojas, bastante numerosos stomas cuya hendedura está ordinariamente dirigida de un modo normal al eje de la hoja, alguna vez un poco oblicuamente, y muy rara vez paralelo al eje: las células epidérmicas de contorno rectangular ó hexagonal rebajado, van habitualmente dispuestas en filas regulares como lo indica la fig. 21 de Velenovsky en la cual el eje de la hoja debe ser supuesto horizontal: en los entrenudos las células epidérmicas son alargadas, bastante regulares, y no parece haber estomas.

Desgraciadamente no he podido obtener con el *Pseudoasterophillytes Vidali* sino preparaciones de hojas demasiado imperfectas para servir de base á una comparación. Se distingue apenas, por efecto del espesor excesivo de la porción de tegido cuticular, alguna traza de la red epidérmica; y todo lo que se puede decir es que no parece haber discordancia notable respecto de la especie del cenomanense de Bohemia. En cambio, el eje de una de las rámulas del ejemplar fig. 3, me ha dado una bastante buena preparación, cuyos carácteres, con células poligonales alargadas, bastante irregulares, no difieren sensiblemente de los que muestra la cutícula de los entrenudos del *P. cretaceus*.

Velenovsky ha tenido la suerte de encontrar un ejemplar fructificado de dicha especie cretácea, llevando dos espigas situadas, una en en el extremo de una rámula, y otra ocupando el sitio de una ramúscula lateral.

Estas espigas están compuestas de bracteas dispuestas en hélice, llevando en su axila, según parece, granos ó esporos, disposición que basta para hacer excluir la atribución á los Equisetinidos: pero la conservación no era bastante perfecta para que el autor haya podido darse cuenta de la naturaleza de los cuerpos colocados en el eje de estas brácteas: presume por lo demás, que debe tratarse de una criptógama acuática, y que es imposible pensar en una conífera.

Los ejemplares del Montsech, no presentan por desgracia nada fructificado: así es que no dan ninguna luz sobre el sitio que hay que conceder á este notable

tipo genérico. Puede decirse, no obstante, que el espesor de la lámina carbonosa observada en estos ejemplares, y la consistencia evidentemente leñosa de la rama principal de la fig. 1 concuerdan con el aspecto de las fructificaciones de la especie cenomanense, para hacer separar las criptógamas celulares, en particular las *algas* y las *caráceas*, en quienes á primera vista se podía pensar por el aspecto general de sus ramas.

Yo añadiré que la presencia constante de estomas en la cara inferior de las hojas de la planta de Bohemia, me parece poco favorable á la idea de Velenovsky que veía en ella una planta acuática, cuyas hojas sumergidas es muy probable que estarían desprovistas de *stomas*.

Evidentemente no puede tratarse de las *Filicineas*, ni de las *Equisetineas*. Lo colocación entre las *Lycopodineas* me parece aún menos indicada.

Por lo demás, á menos de suponer que nos hallamos enfrente de un tipo perteneciente á una clase aparte y todavía desconocida, hay que pensar en una fanerógama, y por lo tanto en una Gymnosperma, porque todos los hechos observados hasta aquí conducen á hacer creer en la ausencia de las Angiospermas durante la época jurásica. Nos encontramos así conducidos hácia las coníferas, excluidas sin embargo, acaso demasiado pronto por Velenovsky: en efecto, no se puede apenas, en presencia de esta ramificación dística en un mismo plano, que con tanta limpieza presenta la planta de España, prescindir de pensar en las cupresineas, en las cuales este modo de ramificación es tan frecuente y tan característico.

Es cierto que no se conocen Cupresíneas que tengan, como aquí solo dos séries de hojas opuestas; pero se observa generalmente en las plantas de ésta familia la alternación regular que muestra aquí el ejemplar fig. 4, en el cual cada nudo no dá nacimiento sinó á una sola rámula alternativamente insertada á derecha y á izquierda. En los *Libocedrus*, ó por lo menos en el *Lib. chilensis* Endl. y en el *Lib. Doniana*. Hook. se observa simultáneamense la ramificación opuesta y la ramificación alterna; en su región inferior las ramas van provistas de rámulas dísticas opuestas dos á dos, mientras qne, un poco más arriba las rámulas alternan regularmente de uno á otro nudo: estas rámulas opuestas son de ordinario perfectamente simétricas á uno y otro lado del eje del cual dependen como parecen serlo aquí los de las ramitas que ocupan la parte izquierda del ejemplar fig. 1: y á esta disposición opuesta de las rámulas sucede en general bruscamente la disposición alternante, mientras que en el *Pseudoasterophyllites Vidali*, la disposición más habitual es la que he señalado sobre los ejemplares fig. 2 y fig. 3 y sobre las ramitas de la región media-superior de la fig. 1, es decir, de las rámulas opuestas á cada nudo, pero alternativamente más cortas y más largas.

Sin querer dar mas importancia de la que realmente tenga, á esta disposición particular, que no es aasolutamente característica puesto que no es constante en la especie de España, y que no parece tan frecuente en la de Bohemia, he de decir que la he observado igualmente, y por excepción en el *Libocedrus*

Chilensis habiéndome presentado un ejemplar del herbario del Museo de Historia Natural, en una parte de la rama, rámulas alternativamente predominantes.

Hay pues, concordancia respecto del modo de ramificación, entre los *Pseudoasterophylliles,* sobretodo el *P. Vidali,* y las Cupresíneas, en particular los *Libocedrus*. La irregularidad de división que presenta la rama principal de la fig. 1 se repite igualmente en las *Cupresineas* para las ramas de un mismo orden y acaso sea lícito ver en esta semejanza un indicio de afinidades mas ó menos estrechas.

Yo no pretendo, entiéndase bien, afirmar que el género *Pseudoasterophyllites* debe ser colocado desde ahora entre las *Cupresíneas:* pero si su posición sistemática me parece deber quedar indesisa hasta que el aparato fructificador no sea conocido con precisión, yo creo, que lejos de separar á priori las *Coníferas,* por el contrario; es á esta clase y en particular á las *Cupresíneas,* á donde parece que el estado actual de nuestros conocimientos nos dice que es más natural aproximarlo.

Larva de insecto

Lám. 1. fig. 4

El ejemplar muestra la impresión de una larva claramente dividida, por lo menos en su mitad inferior, en anillos sucesivos de 2 milímetros á 2'5 milímetros de longitud. La extremidad inferior está provistos de unos surcos longitudinales contiguos en el sentido del eje, como hubiera podido producirlos la impresión de das puntas corneas.

M. Oustalet, profesor en el Museo de Historia Natural de París, que ha tenido la atención de examinarla, se inclina á creer, aunque la conservación del ejemplar no sea muy perfecta para permitir una determinación precisa, que se trata de una larva de Neuroptero. Por lo demás, se sabe por los ejemplares encontrados en el Kimeridgense de Baviera, y en el Lias de Argovia, cuan abundantes eran en la época jurásica los *Neuropteros* y en particular la familia de las *Libelulas* á la cual podía muy bien pertenecer esta larva.

EXPLICACIÓN DE LAS LÁMINAS

Lámina 1.

Fig. 1.—Impresión de una rama *A* presentando los caracteres de los *Cordaicladus*, y hojas sueltas *B* pertenecientes probablemente á una conífera *Pithyophyllum flexile*. nov. sp.

Fig. 1 *a*.—Cicatriz foliar de la rama *A* de la fig. 1, aumentada 10 veces.

Fig. 1 *b*.—Porciones de hojas de *Pithyophyllum flexile*, *B* de la fig. 1, aumentadas 10 veces.

Fig. 2.—*Sphenopteris* cf. *microclada* Saporta: porciones de frondas.

Fig. 3.—*Pagiophyllum cirinicum*. Saporta, vaciado en yeso de la impresión de una ramita suelta.

Fig. 4.—Larva de un insecto ¿Neuróptero?

Fig. 5.—*Zamites* cf. *acerosus*. Saporta: hoja suelta.

Lámina 2.

Figs. 1 á 4.—*Pseudoasterophyllites Vidali*. nov. sp.

Fig. 1.—Rama llevando muchas ramitas con hojas, de ramificación dística.

Fig. 2.—Rama suelta.

Figs. 2 *a* y 2 *b*.—Rámulas del mismo ejemplar aumentadas 3 y media veces.

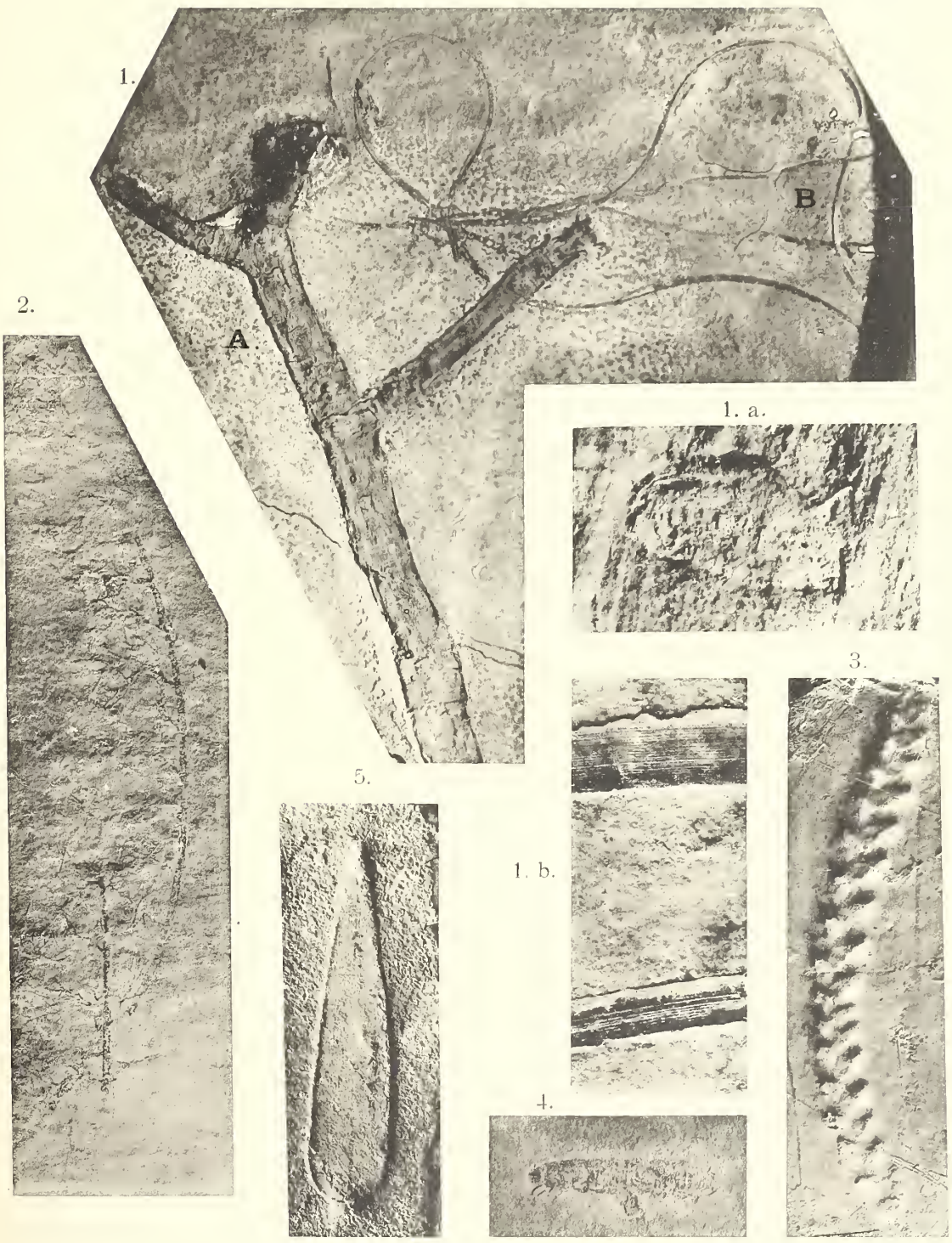
Fig. 3.—Rama suelta.

Fig. 4.—Fragmento de rama.

PRES...
4 NOV. 1902

Nota de Mr. René Zeiller

Lám. 1

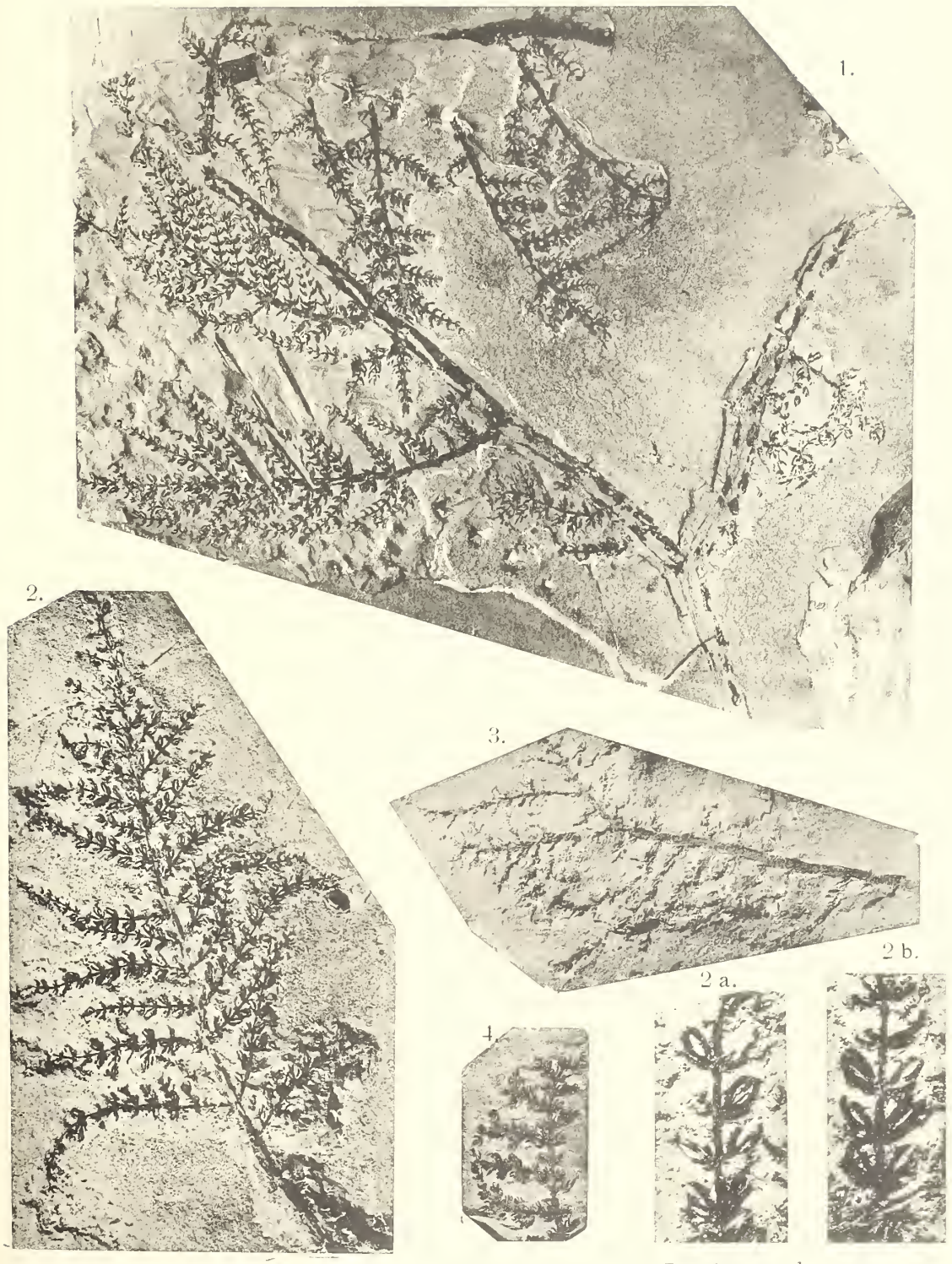


1. A. Cf. *Cordaicladus.* tamaño natural.
1. a. *Id.* cicatriz foliar, ampliada 1 : 10.
1. B. *Pityophyllum flexile.* nov. sp. Tamaño natural
1. b. *Id.* ampliada 1 : 10
2. *Sphenopteris.* cf. *microclada* Sap tamaño natural.
3. *Pagiophyllum cirinicum* Saporta tamaño natural.
4. Larva de insecto ¿Neuroptero? tamaño natural.
5. *Zamites acerosus* Sap. tamaño natural.

BRITISH MUSEUM

NOTA DE MR. RENÉ ZEILLER

LÁM. 2



1, 2, 3, 4. *Pseudoasterophyllites Vidalí.* nov. sp. Tamaño natural.
2 a. 2 b. *Id.* *id.* ampliada 1 : 3 ½.

BRITISH MUSEUM

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 27

COLORES Y AROMAS FLORALES

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

DR. D. JUAN CADEVALL Y DIARS

x 76.

Publicada en octubre de 1902

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 27

COLORES Y AROMAS FLORALES

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

DR. D. JUAN CADEVALL Y DIARS

x 24.

Publicada en octubre de 1902

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1902

COLORES Y AROMAS FLORALES

por el Académico numerario

Dr. D. Juan Cadevall y Diars

Discurso inaugural leído por su autor en la sesión pública de 14 de octubre de 1902

Excmo. Sr.

Señores:

INTRODUCCIÓN

Otra vez, no por voluntario impulso, sino por prescripción reglamentaria y deber de gratitud, he de molestar vuestra atención, con el triste convencimiento del que, por falta de hábito y competencia, se expone á defraudar vuestras legítimas esperanzas. Mas ya que por desdicha mía no puedo ofreceros un trabajo digno de los prestigios de nuestra veneranda Institución, de la respetabilidad de sus ilustres miembros, de la solemnidad que celebramos, de las celosas autoridades y de cuantas personalidades, en fin, nos honran hoy con su presencia, por ley de compensación seré breve y conciso, para hacer más llevadera la prosa de mi discurso y disponer en favor mío vuestra generosa indulgencia.

Dos preceptos me han preocupado seriamente al acometer la delicada labor que me habéis encomendado. El primero que atrajo mi atención, fué el lema que destaca sobre el escudo de nuestra Real Academia: *utile, non subtile, legit.* Y esa anhelada utilidad, aspiración suprema de nuestros esfuerzos, entendí siempre que debíamos buscarla, más que en disquisiciones filosóficas y abstrusos idealismos, en la realidad viviente, en el hecho manifiesto y en asuntos tangibles, que se traduzcan por resultados positivos y finalidades prácticas.

Mas tampoco podía olvidar el discreto consejo del vate latino cuando dice: *omne tulit punctum, qui miscuit utile dulci, lectorem delectando pariterque monendo.* Por lo mismo, juzgué deber imprescindible escoger un tema que, á la par que ofreciera algún interés, cautivara vuestra atención, más por la índole y atractivos del asunto, que por los pobres atavíos con que mi tosca pluma lograra presentarlo.

Y planteado el problema en estos términos, y ante la conveniencia de moverme dentro el círculo de la belleza sentida y de la verdad aplicada, para interesar á un mismo tiempo corazón é inteligencia, acudí sin vacilaciones al arsenal inmenso de la naturaleza, y me fijé en las plantas y con predilección en las flores

que, por las bellezas que atesoran y los productos que originan, constituyen la suprema síntesis de utilidad y hermosura con que nos brinda el reino vegetal.

Y atraído por sus brillantes matices y embelesado con sus perfumes, creí que harmonizaba perfectamente con nuestro lema y cumplía con el precepto horaciano, puesto que resultaba útil y ameno, el razonar y discurrir brevemente sobre *Colores y aromas florales*.

Si el bosquejo resulta pálido y desprovisto de fragancia y atractivos, no será ciertamente, por la índole del asunto, sino culpa é imperícia del autor, que lo habrá tratado con mejor deseo que fortuna.

DIVERSIDAD DE COLORES

Aunque la variedad es el primer rasgo que se descubre en la Creaciòn, esta cualidad resplandece en grado sumo en los colores vegetales. Desde los pálidos reflejos de la *Neottia*, que se oculta bajo la sombra de los arbustos, hasta los fulgurantes pétalos de la *Rosa alpina*, que recibe raudales de luz en los despeñaderos pirenaicos, descúbrense todas las gradaciones en la intensidad de los matices. De igual modo, desde el blanco puro de la azucena de los jardines hasta el negro violáceo de la *Swertia* de las turberas, sucédense gradualmente las diversas gamas de colores, que forman la brillante escala cromática.

Decandolle, en su *Teoría elemental de la botánica*, no emplea menos de veinte vocablos para distinguir los matices vegetales correspondientes á cada uno de los colores del espectro; y Chevreul, en su *Tratado de colores y sus aplicaciones á las artes industriales*, consigna por orden alfabético los colores más comunes, tomándolos en su inmensa mayoría, de las plantas. Las palabras *verde-puerro*, *verde-musgo*, *verde-mirto*, *verde-lentisco*, *verde-col*, *verde-clavel*, *verde-manzana*, *verde-prado*, *verde-yerba* y otras cien, tan conocidas y usadas, son elocuente testimonio de la riqueza que ofrece el colorido vegetal y de la utilidad que puede reportar su conocimiento á la industria y á las artes.

DISTRIBUCIÓN

Para un observador superficial, los colores florales hállanse distribuidos al azar y sin orden alguno en la naturaleza; pero fundándose en razones de analogía, de grandísimo valor en las ciencias naturales, es facil prever que, como en las especies orgánicas, su distribución debe ser consecuencia de determinados agentes y obedecer á leyes fijas y canstantes. Por eso se nota que el mismo color domina en grupos enteros. Así presentan color rojo, casi sin excepción, las *Erythræ* y *Papavera;* pardo, los *Orobanchæ;* amarillo, las *Genistæ* y *Verbasca;* y azul, las *Globulariæ* y *Campanulæ*.

Pero si bien el principal agente del colorido vegetal se ha señalado de una manera concreta, sobre la acciòn que ejerce, sólo se han formulado hipótesis, cuya falta de fundamento puso pronto de relieve el análisis químico y micrográfico. Si la solución resultó borrosa, es porque la cuestión tampoco se había planteado de una manera clara. Y el error consistía en haberse considerado durante mucho tiempo la luz solar, como un solo agente, cuando en realidad es un conjunto de tres, puesto que consta de radiaciones térmicas, luminosas y químicas, cada una de las cuales tiene su acción propia. No basta, pues, tener en cuenta la intensidad de la luz, en la que principalmente se fijaron los autores; es preciso, además, estudiar los efectos de las distintas radiaciones solares.

ORIGEN DE LOS COLORES FLORALES

Ante todo conviene consignar que los tejidos vegetales son por su naturaleza incoloros, puesto qua antes de recibir la luz solar, no presentan ninguna de esas variadas tintas que más tarde tanto realzan su belleza. Y son prímitivamente incoloros, porque los leucitos diseminados en la masa protoplásmica de sus células y á cuya actividad se deben los diversos pigmentos celulares, fuera de la acción de la luz permanecen inactivos. Por esta razón las plantas en la oscuridad se decoloran y ahilan. Mas bajo la influencia de la luz, la mayor parte de los leucitos entran en actividad, pasan á cromoleucitos y producen los principios colorantes á que deben las plantas y singularmense las flores, la riqueza y variedad de sus matices.

De manera, que la luz solar debe considerarse como el agente cromógeno de las flores; pero en la naturaleza y brillantez de los colores que origina, la especie, más que la intensidad de las diversas radiaciones, juega un papel importantísimo.

Existen, sin embargo, algunas plantas, como la *Tulipa gesneriana* y *Crocus vernus*, cuyas flores criadas en la oscuridad presentan los colores normales; pero prescindiendo de la herencia que puede influir en la transmisión del color, como ínfluye en la de los demás caracteres, la intensidad luminosa necesaria para la formación de los diversos cromoleucitos varía en las diferentes plantas. Basta la luz más débil para que se produzca la clorofila ó materia colorante verde, que tanto abunda en los vegetales. Así se explica que presenten dicho color ciertas algas submarinas y algunos musgos y helechos ocultos en lóbregas cavernas. Por otra parte, los experimentos directos demuestran que la clorofila principia á formarse bajo la acción de las radiaciones infra-rojas.

SERIES DE COLORES

Tomando por punto de partida el color verde, que ocupa el centro del espectro solar, y avanzando en orden ascendente por las radiaciones más refrangibles, hallamos sucesivemente el azul, añil y violeta, que forman la serie *ciánica* ó azul; mientras que descendiendo por las menos refrangibles, encontramos el amarillo, naranjado y rojo, constitutivos de la serie *xántica* ó amarilla, denominaciones creadas por Decandolle, que estableció el primero una clasificación racional de los colores florales. En la primera predomina el espectro químico y en la segunda el térmico; ambas tienen el mismo origen, que es el verde, y se confunden en su término, según se afirma, que es el rojo.

Esta es la doctrina universalmente admitida; pero si bien es cierto que las dos series parten del color verde, considerado como neutro, se me resiste admitir que puedan converger hacia un mismo color rojo. No acierto á comprender como dos rectas convergentes por un extremo, no han de ser divergentes por el otro. ¿No podría ser que el rojo infra-naranjado y el rojo ultra-violeta, por mas que aparentemente iguales, fuesen esencialmente distintos? ¿Porqué no habían de ser esos colores dos notas iguales de diferente gama cromática? ¿Acaso deben confundirse el rojo que da el azul de tornasol tratado por los ácidos, con el rojo resultante del amarillo de cúrcuma por la acción de los alcalis? ¿No podría provenir el primero del cambio de color de leucitos azules en un jugo celular ácido y el segundo de la mutación de leucitos amarillos en un medio básico?

Punto es ese de química vegetal difícil de resolver, por la rapidez con que se alteran los jugos celulares, al extraerlos de las paredes en que están encerrados; pero punto también de importancia suma para solucionar el problema del colorido floral, por lo que me permito llamar hacia él la atención de los ilustres químicos de nuestra Real Academia.

De todas maneras, por variados que sean los colores florales, pueden referirse siempre á una de las expresadas series, aunque ofreciendo dentro de cada una de ellas los más variados matices, que se suceden por insensibles gradaciones.

HIPÓTESIS VARIAS

Veamos ahora como se ha pretendido explicar la gènesis de dichos colores.

Decandolle los atribuía todos á la transformación de una substancia fundamental, llamada *crómula,* que no sería otra cosa que la moderna clorofila. Esta, bajo la acción de un ácido, pasaría al azul, mientras que se volvería amarilla por la influencia de un álcali. Schübler y Funk, teniendo en cuenta que los ácidos oxidan y desoxidan las bases, consideran las series azul y amarilla como resul-

tantes de la respectiva oxidación y desoxidación de la clorofila. Marquart atribuye á la deshidratación de ésta los colores de la serie azul, y los de la amarilla á la hidratación del mismo principio producida por los álcalis.

Fremy y Krans suponen que el pigmento clorofílico consta de dos materias tintóreas distintas, una *amarilla*, soluble en el éter, denominada *filoxantina*, y otra *azul*, soluble en el ácido clorhídrico, llamada *cianina*. Lanesan, recordando que Gautier obtuvo la clorofila perfectamente cristalizada, considérala principio inmediato simple, susceptible de modificarse bajo la acción de agentes químicos, siendo probable, dice, que muchos de los colores que ofrecen hojas, flores y frutos, sean debidos á la oxidación ó desdoblamiento del pigmento clorofílico.

Mas en el estado actual de la ciencia no puede sostenerse ninguna de esas hipótesis, como fundadas en la admisión de uno ó dos principios tintóreos, porque la existencia do varias substancias colorantes, ya disueltas en el jugo celular, ya cn forma de cromoleucitos, está perfectamente demostrada.

En mi concepto, los autores se han fijado mucho en la intensidad de la luz, pero muy poco en la naturaleza de las diferentes radiaciones, y dando por sentado que la intensidad de la luz y la brillantez del colorido floral están en razón directa, se ha admitido como principio axiomático que las flores de la zona tórrida, por sus colores vivos y sidgular hermosura, esceden sobre toda ponderación á las de las zonas templadas. Pero según pacientes observaciones de Wallace, realizadas en el decurso de doce años, tal opinión es completamente errónea, puesto que, á excepción de algunas especies raras, propias del Ecuador, el número de flores brillantes es proporcionalmente mayor en las regiones templadas que en las intertropicales. «Los pastos y rocas de los Alpes, dice, las llanuras del Cabo de Buena Esperanza y de la Australia, los prados de la América del Norte producen tal número y diversidad de flores coloradas, que no les aventajan, ciertamente, las de los trópicos».

NUEVA HIPÓTESIS

Sobre dos hechos he de llamar vuestra atención, por la claridad que en mi sentir arrojan sobre tan obscuro y controvertido punto de botánica.

Es el primero, que los ácidos determinan en los cromoleucitos celulares un cambio de coloración en sentido progresivo, mientras que lo producen regresivo los álcalis. Así los ácidos enrojecen el azul, al paso que lo enverdecen las bases, aquéllos cambian el violeta en rojo y éstas transforman el violeta en azul, y el azul en verde, amarillo ó naranjado. El segundo hecho á que me refiero, es la manifiesta influencia de las diferentes radiaciones espectrales en la producción de leucitos azules ó amarillos, sin duda por la acidez ó alcalinidad que determinan en los jugos celulares.

Todo induce á creer que la mitad superior del espectro formada por las ra-

diaciones más refrangibles, avorece la génesis de leucitos azules; mientras que la mitad inferior, constituída por las menos refrangibles, es productora de leucitos amarillos. Por consiguiente, la región supra-verde del espectro, en que abundan las radiaciones químicas, favorece la formación de colores de la serie azul, y la infra-verde, en que abundan las térmicas, provoca los de la serie amarilla.

Veamos ahora hasta que punto los hechos confirman esta hipótesis.

¿De qué depende el predominio de unas ú otras radiaciones? Enseña la física que las ondas étereas productoras de la luz son transversales, y que su longitud decrece con la refrangibilidad de las mismas. De donde se deduce que las más ténues impurezas de la atmósfera interceptarán el paso á las radiaciones químicas ó supra-verdes, mientras que para las térmicas ó infra verdes no serán un obstáculo insuperable. De aquí deberá seguirse el predominio de la serie azul en ambientes nítidos, como en las altas cumbres, y el de la amarilla en atmósferas menos puras, como en las regiones bajas. Esta conclusión, que por ser mía formulo con desconfianza, paréceme lógica consecuencia de principios físicos bien fundados y confirmada, en lo que humanamente cabe, por mis propias observaciones que, desgraciadamente, he tenido que circunscribir á la flora catalana.

Así se nota que en las llanuras y montes de poca altitud el tono general del tapiz corresponde á la serie xántica, por el gran número de ranunculáceas, crucíferas, cistáceas, hipericíneas, oxalídeas, rutáceas, leguminosas, rosáceas y compuestas, de *flores amarillas*. Por el contrario, en las altas cumbres y valles pirenaicos, es manifiesto el predominio de la serie ciánica, representada por los géneros Viola, Polygala, Geranium, Astragalus, Oxytropis, Phaca, Vicia, Lathyrus, Aster, Erígeron, Swertia, Verónica, Myosotis, y singularmente por los acótos, campánulas y gencianas, de *flores azules*. Al penetrar por el puente de Cremals en el desfiladero que conduce á Nuria, el excursionista contempla con fruición aquel hermoso azul de acónitos y campánulas; mas al poner el pié en el delicioso valle, verdadero paraíso de los botánicos, su asombro y delectación suben de punto ante aquella rica alfombra de verónicas y gencianas, cuyos pétalos, por su nítido azul, parecen arrancados al mismo espectro.

La influencia de la altitud y la consiguiente pureza del ambiente en el colorido floral, es manifiesta en especies afines y aun en la misma especie. Así la *Digitalis purpúrea* del Collado de Tosas (1), hállase representada por la *lutea* en los brezales vasellanos. La *Genciana cruciata* de los bosques de Ribas, de un color azul verdoso, cede su lugar en Nuria á la *G. nivalis*, *G. pyrenaica*, *G. verna* y otras, de un puro añil intenso. El color pálido de las rosas de los montes bajos, hállase reemplazada en el alto Pirineo por el de la *Rosa alpina*, de un vivo rojo purpúreo. La *Anthyllis vulneraria*, de pétalos amarillos al pié de San Llorens del Munt, preséntalos purpurinos en la cumbre. En cambio, las manchas

(1) En junio de 1874 todavía encontré esta interesante especie junto á un riachuelo próximo á la cumbre.

violáceas que en los pétalos superiores ostenta el *Erodium macradenum* del Montcau, desaparecen totalmente cuando se le cultiva en el llano.

En la sucesiva antesis de las flores, paréceme ver también otra demostración de la hipótesis que he sentado. Con efecto, en los brumosos días del invierno florece el heléboro, de corolas verdosas; vienen en seguida las alsíneas y crucíferas incoloras ó de flores blancas, tras las cuales aparecen las amarillas gatuñas, potentilas y helianthemos y las rojizas palomillas y amapolas, para extender al fin en Junio y durante los serenos días del estío sus flores azules, la aguileña, viborera, dulcamara, espuela de galán, cabeza de erizo (1), rapónchigos, achicoria, yerba Cupido (2) y la flor celeste de los sembrados (3).

Mas no sólo se observan tales diferencias en las diferentes plantas, si que también en especies de un mismo género. Así florece en Marzo el *Lithospermum arvense*, de flores *blancas;* en Abril, el L. *apulum*, de flores *amarillas;* y en Mayo, los *fruticosum* y *purpureo cœruleum*, de flores *azules*. De igual modo, el *Phlomis lychnitis* abre en Mayo sus flores amarillas, mientras que no lo efectúa hasta Junio el *Ph. herba-venti*, de flores purpúreas. Pero el hecho más notable de cuantos pude apreciar, obsérvase en el *muraje* (Anagallis arvensis L.). Presenta esta especie dos variedades, la *phœnicea*, de flores rojizas, y la *cœrulea*, de flores azules. Viven comunmente mezcladas en las tierras labrantías; pero mientras la florescencia de la primera se efectúa sobre todo en primavera, la de la segunda tiene principalmente lugar en verano.

Nada más curioso que el diferente aspecto que por efecto de este fenómeno ofrecen algunos campos del Vallés, pues cubiertos de un manto rojo salpicado de estrellitas azules en primavera, preséntanlo azul con puntos rojos en pleno estío.

Dada la diferente influencia de las radiaciones del espectro en la producción de los colores florales, es lógica y natural la incompatibilidad, ya observada por Decandolle, entre los de una y otra serie. Y por cierto que alguno de los contadísimos casos que se exceptúan de esta regla general, más que una excepción, constituye, en mi concepto, una confirmación de la misma regla Así las flores de la oreja de oso, que vive adherida á las rocas de la vertiente Norte de los montes catalanes, pasan sucesivamente del amarillo al violeta, y por tanto de una á otra serie.

Mas ¿qué interpretación quiere darse á ese fenómeno? ¿Acaso significa otra cosa que al avanzar la estación y despejarse la atmósfera, tienen más fácil acceso las radiaciones luminosas, y singularmente las supra-verdes, productoras de leucitos azules, que determinan el cambio de color y el consiguiente paso de la serie xántica á la ciánica? Igual explicación merece la mutación de colores que

---

(1) Echinops Ritro L.
(2) Catananche cœrulea L.
(3) Centaurea Cyanus L.

ofrecen algunas flores durante su existencia y que tanto ha llamado la atención en el *Myosotis versicolor*, en que son sucesivamente amarillas, azules y violadas. No me parece tampoco difícil de explicar, dentro la nueva hipótesis, que el amarillo y azul se encuentren juntos en la corregüela tricolor ó maravilla, pues es natural que sea blanco el tubo de su corola, donde apenas penetra la luz; amarilla la garganta, que recibe los rayos oblícuos y azul el limbo, que se halla á pleno ambiente y los recibe perpendiculares.

Se me dirá que ni todas las flores de las altas cumbres pertenecen á la serie azul, ni á la amrilla todas las del llano, y que ni mucho menos pasan todas de una á otra serie, como la oreja de oso y *Myosotis versicolor*; pero prescindiendo de que la naturaleza es demasiado exuberante para encerrar todas sus manifestaciones en el reducido marco de un cuadro artificial concebido por el hombre, tampoco debe olvidarse la participación que en los fenómenos del colorido floral debe tener la naturaleza, siempre misteriosa, de la planta. Si esta influencia es un hecho comprobado en la producción de la clorofila, debe por analogía trascender á la génesis de los demás cromoleucitos y por consiguiente á todos los colores vegetales. Ese es otro factor que también conviene estudiar para la completa solución del problema planteado. Mas sea cual fuere su influencia, no dejará por ello de ser cierto, á mi juicio, que de un modo general la serie azul es debida al predominio de las radiaciones químicas ó supra-verdes, y la amarilla al de las térmicas ó infra-verdes, no seguramente por acción directa, sino por la acidez ó alcalinidad que determinan en los respectivos jugos celulares.

DIVERSIDAD DE AROMAS

Si variados son los colores, no lo son menos los aromas vegetales. Desde el singular *Phallus impudicus*, do los bosques del Vallés, que de lejos hace sentir sus emanaciones pútridas insoportables, hasta la modesta *Matthiola tristis* de los yermos de Urgel, que durante los crepúsculos vespertinos del estío despide suavísima fragancia; desde el *Iris fœtidissima* de Moncada, hasta el *Orchis odoratissima* de Aragón, cuyos nombres específicos aluden á un carácter fisiológico culminante, existen mil gradaciones en los olores y perfumes vegetales, que constituyen la más extensa y rica escala aromática.

Indudablemente que ésta, como la cromática y musical, debe constar también de sus correspondientes gamas; pero son los olores tan esencialmente subjetivos, que no cabe en todos una distinción clara y perfecta, ni es posible establecer en ellos mas que una relativa clasificación práctica. Por eso Lineo sólo admitía los *ambrosiacos*, *penetrantes, aromáticos*, *aliáceos, fétidos*, *virosos* y *nauseabundos*, que consideraba como típicos; mas al punto se advierte que esta escala, tanto por el número como por la calidad de sus términos, es insuficiente y vaga. De aquí que se hayan propuesto otras más completas y mejor definidas,

basadas siempre en los aromas que mejor caracterizan ciertas plantas. Mas antes de mencionar ninguna, conviene señalar el origen y naturaleza de los olores vegetales.

ORIGEN DE LOS AROMAS FLORALES

El protoplasma de algunas células, correspondientes principalmente á la flor y al fruto, elabora diversos hidrocarburos que, por regla general, se presentan en forma de gotitas muy refringentes, oleaginosas, volátiles y olorosas, que constituyen las *esencias, aromas* ó *aceites volátiles.*

La oxidación parcial de las esencias origina compuestos ternarios más estables y de propiedades análogas que, disolviéndose en la parte líquida no oxidada, forman las *oleorresinas.* Un grado mayor de oxidación de estos hidrocarburos, da lugar á compuestos más fijos y diferencíados, sólidos á la temperatura ordinaria, que reciben el nombre de *resinas.* Naturalmente que la oxidación y aún la hidratación de los hidrocarburos se efectuúa en muy distintos grados, pasándose de esta suerte de los aceites más volátiles á las resinas más estables.

Los aromas más comunes, como advierte Van-Tieghem, tienen por fórmula $C_{10} H_{16}$, y corresponden á la 4.ª série, cuya fórmula general es $C_n H_{2n-4}$ y cuyo tipo es el *terpeno.* A ella corresponden las esencias de las auranciáceas, mirtáceas, cupresíneas y abietíneas.

Otros, como ocurre en algunas umbelíferas, contienen dos átomos menos de hidrógeno y corresponden á la 5.ª serie que tiene por tipo el *cumeno.* Otros, por el contrario, como la esencia de rosa, contienen dos átomos más y corresponden á la 3.ª serie, cuyo tipo es el *menteno.*

La sustitución del oxígeno por su equivalente el azufre. origina aceites esenciales sulfurados, como los de muchas especies del género *Allium*, del *Sisymbrium Alliaria*, común en San Lloréns y Montserrat, y del *Thalaspi alliaceum*, de la Alcarria.

Mas á pesar de los adelantos de la Química, existen todavía muchos aromas de composición indeterminada y no pocos que no pueden referirse á una sola categoría de compuestos químicos, por corresponder, dice Richter, á las más variadas substancias, como aldehidos, alcoholes, fenoles, éteres compuestos, etcétera, etcétera.

CLASIFICACIÓN DE LOS AROMAS

De aquí la clasificación propuesta por Fée, de la Sociedad Real Botánica belga, que divide los aromas en *olorosos* y *nidorosos*, según que sean agradables ó desagradables, subdividiéndolos, respectivamente, en *super* y *sub olorosos* y *super* y *sub-nidorosos*, atendiendo á la intensidad ó suavidad de su perfume.

Corresponden á los primeros, los de *alcanfor*, del cantueso, *Artemisia camphorata* y *Champhorosma monspeltaca;* de *ambrosía*, del *Chenopodium ambrosiacum* y *Triguera ambrosiaca;* de *nardo*, del *Petasites* y *Nothoscordum fragrans;* de *almizcle*, del *Erodium moschatum* y *Malva moschata;* de *violeta*, del *Cheiranthus*, *Mathiola*, *Viola* y *Reseda odorata*, y otros muchos. Y á los segundos, los de *trementina*, del lentisco, *Agrimonía odorata*, incienso y bálsamo de la Meca; de *ruda*, de la *Ruta graveolens*, *Dictamus albus* y *Tagetes patula*; *virosos*, de la *Cicuta* y *Lactuca virosa;* de *macho cabrío*, del *Hypericum hircinum* y *Aceras hircina; fétidos*, del *Anagyris*, *Barkausia*, *Ballota* y *Orobanche fœtida*, etc. etc.

Sin embargo, esta clasificación, con ser una de las completas y naturales, ofrece un valor muy secundario, por lo mismo que se funda en sensaciones que, con frecuencia, no aprecia de igual modo cada individuo. Hasta que la Química consiga determinar la naturaleza y composición de todos los principios olorígenos, no hay que pensar en una clasificación racional de los aromas, con estricta sujeción á sus respectivas fórmulas gráficas.

Mas dejando la resolución de este intrincado problema á la perseverante actividad de los químicos, no es difícil encontrar en el campo de la historia natural algún indicio que nos permita señalar la causa productora de los principios aromático-florales. La observación directa nos proporciona, como siempre, preciosos datos.

CAUSA DE LOS AROMAS

Basta un sencillo estudio comparativo de las flores, con relación á su estación y habitat, para descubrir al punto entre el brillo de sus colores y la intensidad de sus perfumes, un señalado contraste. Inútil sería buscar flores olorosas en las altas cumbres y praderas pirenaicas. Aquellas gencianas azules, aquellos rojos rododendros y aquellas doradas potentilas, cuyo brillante colorido recuerda los nítidos fulgores de zafiros, rubíes y topacios, no exhalan el menor perfume. En cambio, la blanca ajedrea de las colinas y la cerúlea violeta de los torrentes vallesanos, la amarillenta dama de noche de las dehesas del Ampurdán y de las huertas leridanas, la pálida *Matthiola tristis* y hasta el vulgarísimo tomillo de los yermos de Aragón, acusan desde lejos su presencia por gratísima fragancia. Comparad los áridos bosques del Vallés, poblados de romeros, espliegos, cantuesos y retamas, con los húmedos de Ribas, Arbucias y Montsolís, donde los aromas de las flores ceden su lugar á las emanaciones del mantillo, formado por detritos de avellanos y castaños seculares. Las especies aromáticas fueron allí reemplazadas por otras afines inodoras, como la *Salvia verbenaca* por la *glutinosa*, el tomillo por el serpol y la elegante retama por enmarañados retamo-

nes (1). Hasta las mismas especies olorosas como la santolina y el espliego, parecen haber perdido gran parte de su fragancia.

Todas las plantas llamadas *tristes*, por la palidez de sus flores, ofrecen un olor exquisito y delicado. Los aromas florales están estrechamente unidos á las radiaciones espectrales. Parecen inherentes á la serie xántica, y su génesis debe buscarse en la acción de las radiaciones infra-verdes y singularmente del espectro térmico. No es natural encontrar esencias, que son generalmente neutras, en la serie ciánica, puesto que según nuestra hipótesis, esta serie es debida al predominio de las radiaciones químicas ó supra-verdes que provocan la formación de jugos celulares ácidos. Por igual motivo, los alcaloides de reaccción esencialmente básica, parecen huir de la serie ciánica de las altas cumbres, para buscar las radiaciones caloríferas de las regiones bajas.

PAPEL FISIOLÓGICO DE LOS COLORES Y AROMAS FLORALES

Los colores y aromas florales, no sólo tienen por objeto deleitar nuestros sentidos, haciéndonos olvidar momentáneamente la prosa de la vida para poetizar nuestra existencia, sino que desempeñan también un papel mucho más importante y trascendental en la economía de los vegetales. Con efecto, aunque la inmensa mayoría de las plantas son *morfológicamente* hermafroditas, *fisiológicamente* son dioicas, por no llegar simultáneamente á la madurez sus órganos sexuales. Son, según el tecnicismo corriente, *protandras* ó *protoginas;* más en uno y otro caso, el polen de una flor no sirve para sus propios pistilos. De ahí la necesidad de la polinización cruzada, cuyos agentes más activos y eficaces son los insectos.

John Lubboch observó que impregnando de miel papelitos colorados y cambiándolos de sitio, al acudir las abejas para libar el líquido, los distinguían perfectamente. Por eso cuando los insectos conocen por experiencia una planta melífera, lejos de confundirla con las demás, van directamedte á ella. Y tal confianza llegan á inspirarles ciertas flores, que algunos son exclusivistas. Así la *Macropis labiata*, dice Lanessan, sólo visita la lisimaquía, y la *Osmia adunca*, la viperina, no siendo raro que, seducido alguno por colores ó aromas engañosos, coloque los huevos en sitios donde hallan una destrucción segura, como le pasa á la mosca común al depositarlos en la sarga.

Síguese de lo expuesto, que cuanto más llamativo sea el color de las flores, mayor será la atracción que ejerza sobre los insectos y hasta más seguro el éxito de la polinización y la consiguiente perpetuación de la especie. «Así se comprende, dice Darvin, el objeto de las grandes dimensiones, de los colores brillantes y aún á veces de las tintas acentuadas de ciertas partes accesorias». Hasta las manchas de color subido que ofrecen algunos pétalos, como las naranjadas de

(1) Sarothamnus purgans Gr. et G.

la *Primula officinalis*, las grisáceas del *Dianthus monspessvlanus* y las violáceas del *Erodium supracanum*, estrechamente relacionadas con los nectarios, parecen señales expresivas dispuestas á manera de jalones, para guiar en sus exploraciones á los insectos nectarífagos.

Las plantas de flores pálidas, excepto las polinizadas por el viento, hállanse en condiciones desfavorables para perpetuar su existencia. Por eso abundan poco y si alguna, no obstante la palidez de sus flores, se propaga perfectamente, es porque la ausencia de colores vivos ha sido sobradamente suplida por uu intenso perfume. Pero su misma fragancia, atrayendo á ciertos insectos, como las hormigas, podría ser causa de su destrucción, si permaneciesen abiertas durante el día. Mas la naturaleza, siempre próvida, ha dispuesto que permanezcan cerradas é inodoras bajo la acción de la luz, no efectuando su antesis ni exhalando sus ricos aromas hasta la hora del crepúsculo vespertino. Ya no reciben esas plantas las caricias de alegres himenópteros, sino de furtivos esfinges y sombríos bómbices, que, revolviendo con su larga trompa el fondo de las corolas, esparcen el polen sobre las flores, asegurando de esta suerte el éxito de la fecundación.

Otro objeto, indudablemente, tienen los colores vegetales. Supone Wallace que los *colores protectrices* son exclusivos de los animales, los cuales, por ley de adaptación, toman el color del suelo, hojas y flores sobre que ordinariamente viven. Sin embargo, ese fenómeno designado con el nombre de *mimetismo*, no me parece completamente extraño á las plantas. ¿No harmonizan, acaso, las negruzcas flores de la *Swertia perennis* y las espigas de azabache de la *Carex nigra* con el color sombrío de las turberas en que viven? ¿No concuerda igualmente el tono celeste del *Eryngium maritimum* y *Agropyrum junceum*, el garzo de la *Kakile* y el blanquizco del *Atriplex rosœa*, con el de las playas marítimas ó el de los terrenos salobres en que moran? Y el *Senecio leucophyllus* del Puigmal, y el níveo *Leontopodium alpinum*, no recuerdan la blancura de las nieves que constituyen su ambiente más propicio?

Estas diferencias en el tono del tapiz ofrecen á veces un señalado contraste, como se nota en Montalegre al comparar el verde ceniciento que el *Anthyllis citisoides* comunica á la vertiente meridional, con el verde obscuro que dan á la septentrional la *Genista candicans*, *Sarothamnus catalaunicus* y otros varios arbustos. La coloración vegetal unas veces parece estar relacionada con la intensidad de la luz y la consiguiente absorción ó reflexión de radiaciones térmicas, al paso que otras, indudablemente tiende á ocultar la planta á la persecución de sus enemigos; mas en uno y otro caso, constituye en el fondo un fenómedo de *mimetismo*.

APLICACIONES

Mas aún prescindiendo de la importancia capital de los colores y aromas vegetales en el régimen actual de la Creación, siempre serían dignos de atencion y

serio estudio, por las múltiples y lucrativas aplicaciones de que son objeto. Sabido es como se utilizan las harmonías y contrastes de colores, para formar artísticos grupos en parques y jardines. A la vez que manifestaciones de cultura, son encanto y delectación de los agitados moradores de las grandes urbes. Abatido el cuerpo y abrumado el espíritu por graves negocios y serias preocupaciones, la presencia de las flores cautivando nuestra atención y seduciendo nuestros sentidos, constituye un descanso reparador y un deleitoso oasis en medio de las arideces de la vida. Suprimid las flores de nuestra clásica Rambla, y habrá perdido la condal ciudad uno de sus más poéticos atractivos. Y ¿quién hácia el ocaso de su vida, no recuerda con fruición la historia de una flor que encarnó las afecciones más puras de su alma, los sentimientos mas íntimos de su corazón y los días más venturosos de su vida?

No quiero insistir en el valor artístico, higiénico y moral de tan simpáticos elementos, para que no parezcan mis ingénuas apreciaciones hijas de un trasnochado romanticismo; pero no puedo prescindir de señalar sus grandes aplicaciones industriales, tan estrechamente unidas á la necesidad de aumentar las fuentes de riqueza nacional y al espíritu mercantil de nuestros días.

Nadie ignora que el reino vegetal, desde tiempos inmemoriales, suministra valiosos elementos á la tintorería. La rubia, alazor, palo tinto, alkana y orchilla, proporcionan principios rojos; el achiote, fustete, curcuma, quercitrón, retama de tintoreros y otras muchas plantas más, los dan amarillos; mientras que el añil, pastel, campeche, tornasol y otras varias, los producen azules.

Bien sé que desde el descubrimiento de las anilinas y sus derivados, ha decaído algún tanto el uso de los colores vegetales, y que la química produce hoy por síntesis varias substancias tintóreas; pero todavía es tan importante su valor, que solamente la producción de añil representa unos 90 millones de pesetas anuales. A igual cantidad asciende la producción anual de la rubia, cuya tercera parte corresponde á la vecina república. Y sin embargo, es la rubia en Cataluña una planta expontánea y tan rústica, que en todo el Urgel constituye una mala hierba. No es, pues, de extrañar la opinión de autores extranjeros, según la cual España es uno de los paises en que dicha planta podría producir pingües rendimientos.

Todavía es mucho más propicio nuestro suelo al cultivo de las plantas aromáticas. Un clima templado, la benéfica acción de las brisas y la excelente exposición meridional de nuestras cordilleras transversales, favorecen grandemente la formación de principios olorosos. Para formarse una idea del valor de estos productos, bastará decir que en Francia la exportación de esencias y perfumes, representa 30 millones de pesetas anuales, que se reparten entre Cannes, Grasse, Nimes, Montpeller y Niza.

Inglaterra ha hecho grandes plantaciones de espliego para la extracción de su esencia. ¡Y pensar que nosotros tenemos expontánea y abundante esta planta en los yermos más estériles y en los bosques más áridos! Con razón observa un autor que esa industria podría alcanzar facil desarrollo en España!

No hay necesidad de consignar, dada la abundancia de plantas aromáticas, el valor que podría alcanzar la industria apícola, por el moderno y racional sistema movilista. Lo dicho basta para demostrar que, si grande es todavía la riqueza que se oculta en el subsuelo español, no es tampoco despreciable la que aparece clara y manifiesta en la superficie, aguardando para su lucrativa explotación generosas iniciativas.

EPÍLOGO

Hora es ya, señores académicos, de poner fin á mi esbozo cromo-aromático floral, para no fatigar más vuestra atención ni abusar de vuestra benevolencia. He señalado el orden que en medio de la mayar diversidad se observa en la distribución de los colores florales. Consideré la luz solar como agente productor de los principios cromógenos; examiné las diferentes hipótesis que se han ideado para explicar su génesis y la imposibilidad de sostenerlas en el estado actual de la ciencia; sujeté á la crítica principios admitidos como ciertos y en mi sentir erróneos; y fundándome en el cambio progresivo que en la coloración vegetal producen los ácidos y en el regresivo que originan las bases, á la vez que en la diferente naturaleza y acción de las radiaciones espectrales, aventuré una hipótesis más, consistente en atribuir la generación de cromoleucitos azules y amarillos al respectivo predominio de los espectros químico y térmico, representados por las radiacioues supra é infra-verdes. Y teniendo en cuenta la decreciente longitud de las ondas luminosas, desde el rojo al violeta, y la consiguiente facilidad con que las últimas ó más refrangibles pueden propagarse al través de ambientes nítidos, y la casi insuperable dificultad de transmitirse en atmósferas menos puras, deduje á *priori* el predominio de la serie azul en las altas cumbres y valles pirenaicos y el de la amarilla en las regiones bajas, deducción que el tono general del tapiz que domina en unas y otras, confirma plenamente.

En el cambio que con la altitud experimenta el color de especies afines y aún de la misma especie; en la sucesiva antesis de las flores, singularmente en especies del mismo género y variedades específicamente iguales y aún en las aparentes anomalías que se advirtieron al establecer la incompatibilidad de la serie azul con la amarilla, creí encontrar argumentos en favor de mi hipótesis. Pero únicamente un estudio perseverante del asunto, auxiliado por la química vegetal y por la observación de la flora de otras y más extensas regiones que la sobrada reducida que yo he estudiado, podrá decidir si esta hipótesis puede ser admitida ó si, como las demás ideadas hasta hoy, debe también ser rechazada.

He procurado igualmente señalar la riqueza y diversídad de aromas, su origen, la dificultad de una clasificación racional de los mismos, la causa determinante de su predominio relacionada con las radiaciones solares, de acuerdo con la expresada hipótesis, y finalmente, indiqué el importantísimo y trascendental

papel que en la economía general de la Creación desempeñan los colores y aromas vegetales. su utilidad artística, higiénica y aún moral como signo de cultura y las lucrativas explotaciones industriales de que son objeto en otros paises y que con mayor razón podrían serlo en el nuestro.

Desde otros puntos de vista podrían estudiarse las plantas, y no sería, ciertamente, menor la utilidad que reportara el hombre de tal estudio. ¿Cómo se explica, pues, que una ciencia que brinda con tantos alicientes y de tan útiles aplicaciones es objeto, tenga en nuestra patria tan pocos adeptos y tan escasos cultivadores? Pero lo más triste y doloroso está en que, á pesar de nuestra proverbial actividad y del renacimiento en que parece baber entrado Cataluña, cada día escasean más, entre nosotros, los botánicos.

Aquella pléyade de catalanes ilustres, que florecieron algunos años atrás en el campo de las ciencias naturales; aquellos entusiastas fundadores de la *Sociedad Botánica Barcelonesa* que, en relación contínua con los primeros botánicos de Europa, tan alto pusieron el nombre de la culta Barcelona; aquellos hombres beneméritos que no repararon en sacrificios para legar á la posteridad el conocimiento de importantes elementos naturales de su tierra, todos ellos ¡ay! desaparecen ya, dejando tan sólo en pos de sí el consolador recuerdo de su gloria.

El gran maestro Costa, el reflexivo Plans, el laborioso Texidor, el inquieto Masferrer, el festivo Montserrat, el pacientísimo Tremols, el infatigable Puiggarí y, por fin, el pensativo Vayreda, todos cumplieron con la ley fatal y pagaron su tributo á la muerte. De aquella generación sólo queda uno, el último por la edad y por sus méritos, el que hoy tiene la honra de dirigiros la palabra, y éste empieza ya á sentir sobre sus hombros el doble peso del trabajo y de los años.

Y como no es posible el adelanto material, que tanto anhela nuestro pueblo, sin que le preceda el progreso intelectual en todas sus manifestaciones, para que le sirva de sólida base, urge que los hombres previsores y las corporaciones que sintetizan las fuerzas vivas del país, se prepcupen del lamentable abandono en que tenemos importantes ramos del saber, que son objeto de preferente atención en los pueblos más prósperos y civilizados.

Conviene recordar á la juventud estudiosa que el cultivo de las ciencias naturales, por el esfuerzo físico é intelectual que implica, constituye un saludable *sport* que vigoriza el cuerpo y eleva el espíritu á los más puros ideales. El que ha respirado el aire puro de la campiña, trepado por los montes y cruzado valles, escudriñando los puntos más recónditos para sorprender al insecto juguetón, la plgnta séductora ó el arcaico fósil, el que ha conseguido, en fin, familiarizarse con la Creación y arrancarle algunos de sus insondables secretos, siéntese más ágil, más robusto, más capaz é independiente y, dispuesto á luchar con las adversidades de la vida, forzosamente será hombre útil á Dios, á sí mismo y á su patria.

Bien hayan esos jóvenes que en la primavera de su vida, sedientos de saber, llenos de fé é indecible entusiasmo, han fundado en esta ciudad una importante

asociación para el cultivo y fomento de las ciencias naturales. Estrechamente unido á alguno de ellos por lazos de antigua amistad y acendrado afecto, séame permitido alentarles desde este sitio de honor, plenamente convencido de que ellos constituyen ya para nuestra veneranda Institución, una lisonjera esperanza. Adelante, pues, en vuestra generosa empresa, que el porvenir será vuestro, pues como dijo Francklin, el mundo es del que piensa, es decir del que trabaja. Y al trabajar todos por la ciencia, primer elemento de cultura, base indispensable de progreso, manantial de goces y factor imprescindible de riqueza, realizamos una obra grandemente meritoria, la exaltación de nuestra tierra, de nuestra siempre amada Cataluña, hija fiel y cariñosa, jamás ingrata y desleal, de nuestra infortunada España.

He dicho.

PRESENTADO
4 NOV. 1902

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 28

DILÁRIDOS DE ESPAÑA

POR EL

R. P. LONGINOS NAVÁS, S. J.

Publicada en enero de 1903

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1903

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 28

DILÁRIDOS DE ESPAÑA

POR EL

R. P. LONGINOS NAVÁS, S. J.

λ 12 f.

Publicada en enero de 1903

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1903

Género DILAR [1] Rambur

Cabeza con el vértex hinchado, tres estemas grandes, dispuestos en triángulo acutángulo. *Protórax* transverso, adornado de tubérculos redondeados. *Alas* dilatadas, redondeadas en el ápice, con manchas, sobre todo en el ala anterior; dos manchas con pupila negra en el ala anterior y una en la posterior. *Patas* largas; primer artejo de los tarsos mucho más largo que las demás; uñas sencillas, con arolio entre ellas.

1.—Dilar nivatensis Rambur [2]

Por no haber visto el *Dilar* de Sierra Nevada, reproducimos aquí la descripción de Rambur.

«De tamaño variable; los mayores individuos alcanzan tres centímetros de envergadura; de un color rojo obscuro ó algo negruzco; velloso. *Cabeza* testácea, lisa, con el vértex hinchado; antenas pardas. *Protórax* muy estrecho, rugoso, tuberculoso; lo restante del tórax de un amarillo rojizo manchado de pardo rojizo. *Abdomen* pardo, amarillo en el extremo y en la base. *Patas* largas, de color amarillento algo pardusco. *Alas* anchas, oblongas, redondeadas en la extremidad, con venas finas bastante numerosas y venillas dispersas escasas; cubiertas de estrías transversales pardas muy numerosas, interrumpidas frecuentemente, nulas en la parte posterior de las alas inferiores, con un punto central más marcado (es de creer que además de este punto ó mancha oculiforme situada hacia el centro del ala, existe otro menos visible entre el primero y la base de la misma); estrías más marcadas en la base y en el margen anterior. Hembra generalmente más obscura, con las alas menos desarrolladas, parduscas, con las estrías menos numerosas, pero más anchas y más marcadas, llegando á ser confluentes en gran parte del margen en el ala superior.»

Hallado por Rambur en los alrededores de Granada, en los bosquecillos de las partes menos elevadas de Sierra Nevada, durante el verano.

2.—Dilar dissimilis sp. nov.?

Advertencia. Desde el año 1897 poseo una pareja de *Dilar* de Veruela (Zaragoza) que recibí del R. P. Francisco Saladrigas, S. J., y en mi Catálogo de Neurópteros del Moncayo y Zaragoza (Actas de la Soc. Esp. de Hist. Nat., mayo de 1900) cito con el nombre de *Dilar nivatensis* Ramb.

---

(1) Nombre tomado del río Dílar, en Sierra Nevada.

(2) Rambur. Névroptères, p. 445, lám. 10.

El repetido cotejo de mis ejemplares con la descripción del *D. nivatensis* que antecede, me ha hecho sospechar si los *Dilar* de Veruela serían variedad de aquella especie ó más bien especie nueva. Sea cual fuere el valor que se le conceda, pondré á continuación la descripción de mis ejemplares, haciendo notar las diferencias que observo entre ellos y la breve descripción que Rambur da de su especie *nivatensis*.

D. dissimilis sp. nov. vel *D. nivatensis* Ramb. var. *dissimilis* nov.

Statura majore, colore fusco-testaceo.

♂. *Caput* fuscum, ocellis et macula orbiculari inter ocellos posteriores et oculos testaceis, ocello anteriore macula fusco-atra circumdato; vertice inflato, linea media longitudinali impresso. *Antennæ* (fig. 1.ª) plus quam 30 articulis (32) in-

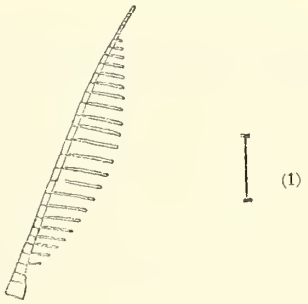


Fig. 1.ª—Antena del *D. dissimilis* ♂

structæ, brevibus, cylindricis, duobus primis testaceis, primo incrassato, secundo brevissimo; dentibus flexibilibus unilateralibus in articulis 3-24, articulis ipsis duplo saltem longioribus, (mediis triplo eoque amplius).

Prothorax fusco-ater, transversus, tuberculis et margine antico testaceis. *Mesothorax* testaceus, macula tuberculari conica ad alæ basin, alia discoidali magna, alia exigua prope primam, fusco-atris. *Metathorax* similiter pictus.

Alæ oblongæ, post medium parum ampliatæ, apice rotundatæ, sublæves, margine calvæ (seu sine fimbriis) præterquam in margine postico posterioris, ad basin; venis venulisque fuscis; membrana hyalina, striis fuscis ad venulas omnes et inter venulas plurimis sparsis, crebrioribus et majoribus in ala anteriore, in posteriore ipsum marginem posticum attingentibus; venulis costalibus plus quam 30 (33), ex quibus aliquot furcatæ, sectore radii saltem septies furcato. Punctum discoidale inter ramum primum sectoris radii et secundum, ad hujus radicem, situm; in alis anterioribus præterea punctum similiter pupillatum, minus distinctum, inter ramum primum sectoris radii et venam procubitalem.

---

(1) Las líneas que van junto á las figuras indican con precisión el tamaño natural.

Abdomen modice pilosum, fuscum, apice testaceum.

Pedes testacei, femorum apicibus fusco-atris.

♀. Obscurior, corpore similiter picta.

Antennæ totæ fuscæ, articulis dentatis.

Alæ breviores angustioresque; anteriores maculis fuscis confluentibus ad marginem anticum posticumque; posteriores membrana subtota fusca seu maculis occupata, margine brevissime fimbriato.

	♂	♀
Longitudo corporis	7 mm.	8 mm.
— alæ anterioris	12.5 »	11.5 »
— — posterioris	11.5 »	10 »
— antennarum	8	?
— ovipositoris		7.5 »

Se encuentra en Veruela (Zaragoza) al pie del Moncayo.

Las diferencias principales que ofrecen mis ejemplares con la descripción y dibujos de la especie *nivatensis* (si aquéllos son exactos) se reducen á las siguientes:

♂ Las *antenas* aparecen pectinadas en toda su longitud en el *nivatensis*, mientras que en el ejemplar de Veruela la porción última inerme ocupa $^1/_5$ ó $^1/_6$ de la longitud total; ni son tan largos, proporcionalmente, los apéndices del *dissimilis*, como los muestra la figura de Rambur (Névroptères, lám. 10, fig. 3). Rambur no cita el punto oceliforme basilar del ala anterior, bien visible en el ejemplar de Veruela. Las *alas* son visiblemente más obscuras en el margen por interposición de venas intercalares muy cortas (fig. 2.ª) en el borde. Ni el dibujo ni la

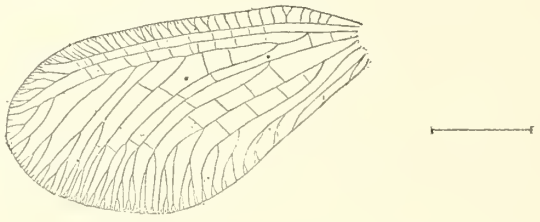


Fig. 2.ª—Ala superior izquierda del *D. dissimilis* ♂

descripción de Rambur dan idea de semejante franja. Además las alas posteriores del *dissimilis* ofrecen manchas hasta el mismo borde posterior, al paso que del *nivatensis* dice Rambur expresamente y lo confirma el dibujo, que sólo en la parte anterior están manchadas. El *abdomen* del *dissimilis* aparece más pálido sólo en el extremo posterior y no en ambos, como el del *nivatensis*.

♀ El tamaño del *dissimilis* parece algo mayor. El color, sobre todo en las

alas, notablemente mas obscuro que el del ♂. En éstas las manchas de tal manera invaden todo el campo del ala, que en el par anterior domina su color obscuro sobre el del fondo pálido y en el posterior apenas aparece el color pálido de la membrana más que en alguna que otra aréola.

3.—Dilar pictus sp. nov.

Statura majore, colore fusco, alis totis fusco-tessellatis.

♀. *Caput* fulvum; *fronte* linea fusca ad basin antennarum utrinque notata, sub ocello medio confluente in hunc modum ∧; *antennis* fuscis, fere 25-articulatis, articulo primo incrassato, secundo brevissimo, reliquis paulo longioribus quam latioribus; *oculis* magnis, atris (in sicco); *ocellis* magnis, testaceis, longis pilis fuscis hispidis.

Prothorax transversus, fuscus, hispidus, margine anteriore, posteriore et tuberculis quatuor testaceis. *Meso*-et *metathorax* testaceo-pallidi. *Mesothorax* margine anteriore, tuberculis lateralibus conicis ad alarum basin, maculis duabus lateralibus et discoidali piceis. *Metathorax* maculis piceis ad alarum basin.

Abdomen fuscum, unicolor, pilis testaceis. *Ovipositor* pallidior, sensim attenuatus.

Alæ oblongæ, paulo post medium modice ampliatæ, apice rotundato-acutæ. *Venæ* testaceæ, pilis et fimbriis fuscis, longis. Alæ anteriores totæ, præter campum analem, dense fusco-maculatæ. Alæ posteriores maculis minus distinctis,

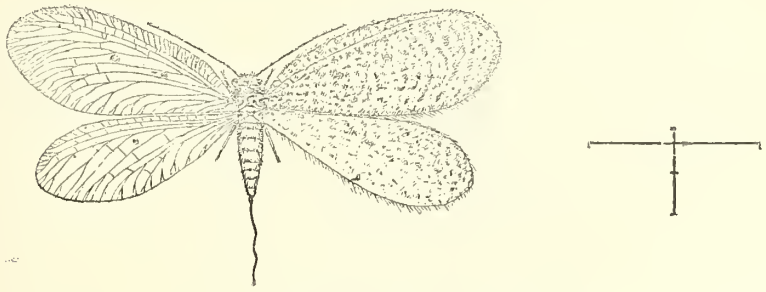


Fig. 3.ª—*Dilar pictus* ♀

campo axillari et anali hyalinis. *Sector radii* quinquies furcatus. *Punctum discoidale* duplex in alis anterioribus: primum ad medium alæ vel paulo post medium, inter primum et secundum ramum sectoris radii, infra radicem tertii, secundum supra venam procubitalem infra radicem secundi rami sectoris radii; in alis inferioribus punctum discoidale ante medium alæ situm (fig. 3.ª).

Pedes graciles, testacei, apicibus femorum et tibiarum fuscis. Tarsi poste-

riores articulo primo reliquis simul sumptis breviore, quarto brevissimo.

Longitudo	corporis	6	mm.
—	alæ anterioris	11	»
—	— posterioris	9	»
—	antennarum	5	»
—	ovipositoris	5·5	»

Mas mihi ignotus.

Especie á todas luces distinta del *D. nivatensis* Rb., al cual se parece en el tamaño, pero no en el color, figura de las alas, etc., etc.

Localidad. Un ejemplar cogido esta primavera (1902) en los alrededores de Madrid por D. Aurelio Vázquez, quien ha tenido la bondad de cedérmelo, añadiendo con esto un nuevo favor á los muchos que de él tengo recibidos.

4.—Dilar saldubensis Navás [1]

Statura minore, colore fusco-cinereo, alis integre fuliginoso-tessellatis, corpore toto piloso.

♂. *Caput* testaceum, nitidum, vertice inflato, linea media longitudinali impresso, *oculis* magnis rotundatis atris, *ocellis* fuscis, in triangulum acutum dispositis, longis pilis testaceis hispidis; *antennis* fuscis corpore longioribus, 25-articu-

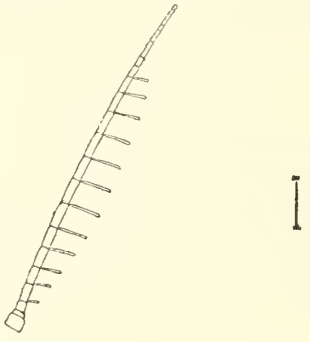


Fig. 4.ª—Antena del *D. saldubensis* ♂

latis, articulo primo incrassato, secundo brevissimo, tertio oblongo, 11 sequentibus elongatis, ramis unilateralibus apice incrassatis, articulis ipsis vix longioribus (fig. 4.ª).

Thorax fuscus. *Prothorax* transversus, quatuor tuberculis rotundatis testa-

(1) Sus principales diferencias con la especie afín *D. parthenopœus* Costa, se expusieron brevemente en el Boletín de la Sociedad Aragonesa de Ciencias Naturales, n.° 6, junio de 1902. El nombre *saldubensis* deriva de *Salduba*, nombre antiguo de Zaragoza.

ceis ornatus, duobus mediis modica linea separatis, duobus lateralibus. *Meso*-et *metathorax* dorso inflati.

Alæ longæ, in tertio apicali ampliatæ, apice rotundatæ, marginibus sat longe fimbriatis; *venis* fuscis pilis testaceis sat longis instructis, sectore radii quinquies furcato seu quinque ramis iterum dichotome ramosis instructo; *venulis* costalibus non ultra 30 (24) plerisque non furcatis, reliquis venulis paucis; *membrana* hyalina, maculis fuliginosis subrotundatis tessellata in lineas interruptas confluentibus; *punctis* discoidalibus atris nebula circumdatis duobus in alis anterioribus, uno ante medium alæ, supra primum sectoris radii ramum, altero intra hunc et basin supra venam procubitalem, uno in ala posteriore, inter primum et secundum sectoris radii ramum (fig. 5.ª).

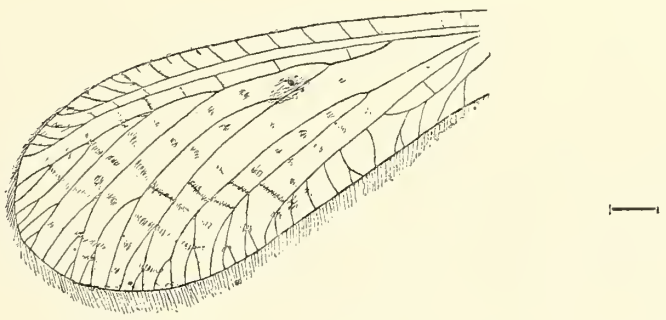


Fig. 5.ª—Ala inferior izquierda del *D. saldubensis* ♂

Pedes longi, graciles, fusco-pallidi, femoribus et basi tibiarum obscurioribus.

Longitudo	corporis	4	mm
—	alæ anterioris	7	»
—	— posterioris	6	»
—	antennarum	6	»

Femina mihi ignota.

Patria. Un ejemplar cogido en los campos de Cadrete (Zaragoza) junto al apeadero de la línea de Cariñena, el día 27 de abril del presente año 1902.

Especie muy parecida al *D. parthenopæus* Costa. Para su debida distinción, pondremos un cuadro comparativo de las principales diferencias de ambos, notadas en vista de la descripción y figura del *parthenopæus* (1).

(1) Costa. Fauna del regno di Napoli. Neurotteri. T. XI, fig. 6.

D. parthenopœus	*D. saldubensis*
Color amarillo-pardusco.	Color pardo-grisáceo.
Antenas con ramos no más largos que los artejos que los llevan.	Antenas con ramos más largos que sus artejos, al menos los medianos.
Ramos de los artejos puntiagudos (si es exacta la figura).	Ramos más gruesos en la punta que en la base.
Antenas á lo más de 20 artejos.	Antenas de 26 ó más artejos.
Seis artejos en el extremo de las antenas, ocupando próximamente el quinto de la longitud total.	Doce artejos sin apéndice en el extremo de las antenas, ocupando un tercio de la longitud total.
Venas de las alas pardas, lo mismo que sus pelos.	Venas pardas, sus pelos amarillentos.
Franjas de las alas medianas.	Franjas del borde de las alas largas.

5.—DILAR CAMPESTRIS sp. n.

Statura minore, colore fusco-testaceo, corpore toto piloso, alis subtotis maculatis.

♂. *Caput* testaceum, *ocellis* concoloribus, oculis magnis, atris. *Antennæ* flexibles, fere 25-articulatæ, articulo primo incrassato fusco, ceteris pallidioribus, articulis 14 dentatis, dentibus flexibilibus cylindricis apice ovoideis, longitudinem articulorum manifeste superantibus; in quarta parte apicali inermibus. *Vertex* modice inflatus, linea media longitudinali impressus.

Alæ oblongæ, fimbriatæ, fimbriis mediocribus, pallidis, post tertium ampliatæ, apice rotundatæ, venis venulisque distinctis, maculis fusco-pallidis parum distinctis, tessellatæ. *Sector* radii quinque saltem ramis successive furcatus. In alis anterioribus *punctum* atrum discoidale sub secundo ramo ante medium alæ, aliud minus distinctum sub primo ramo ante venam procubitalem; in alis posterioribus punctum inter primum et secundum ramum sectoris radii situm.

Longitudo corporis		5 mm.
—	alæ anter.	8.5 »
—	— poster.	8 »
—	antennar.	7 5 »

Femina mihi ignota.

Patria: Pozuelo de Calatrava (Ciudad Real).

Tengo á la vista siete ejemplares todos ♂ ♂, cogidos por el Rdo. D. José María de la Fuente, Pbro., á cuya buena amistad debo éstos y otros muchos insectos de mi colección.

6.—DILAR PUMILUS sp. n. ?

Muy parecido al *D. parthenopœus*, del cual sin embargo parece diferenciarse bastante. Lo imperfecto del único ejemplar que tengo á la vista, no permite

una descripción circunstanciada, mas en la probabilidad de que sea buena especie, apuntaré algunos rasgos.

Statura minore, colore fusco-pallido.

♂. *Antennæ* fere 21-articulatæ, primis tribus et octo ultimis articulis muticis, 10 intermediis cornutis sive dentatis, dentibus articulis ipsis brevioribus, cylindricis; duobus primis articulis obscurioribus. *Caput* fuscum.

Abdomen fusco-rufum, apice pallido.

Alæ anteriores dense tessellatæ, posteriores solum in medio apicali tessellatæ. Fimbriæ tantum in margine anteriore longæ, margo posterior in utraque ala calvus (?) [1].

Longitudo	corporis	3.5 mm.
—	alæ ant.	6·8 »
—	antennarum	4 »

Patria. Los alrededores de Cartagena. Cogido por D. Juan Cáceres.

Zaragoza y agosto de 1902.

11 FEB. 1903

(1) A pesar de que no veo vestigio de pelos en todo el margen posterior de las alas y en el mismo ápice, sospecho que esta carencia sea debida al frote.

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM 29

SOBRE UN ARCO DE PARALELO

POR EL ACADÉMICO CORRESPONDIENTE

CONDE DE CAÑETE DEL PINAR

Capitán de fragata retirado

Publicada en enero de 1903

BRITISH MUSEUM NATURAL

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1903

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 29

SOBRE UN ARCO DE PARALELO

POR EL ACADÉMICO CORRESPONDIENTE

CONDE DE CAÑETE DEL PINAR

Capitán de fragata retirado

Publicada en enero de 1903

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1903

SOBRE UN ARCO DE PARALELO

por el Académico correspondiente

CONDE DE CAÑETE DEL PINAR

Capitán de fragata retirado

Sesión del 17 de noviembre de 1902

A LA REAL ACADEMIA
DE CIENCIAS Y ARTES DE BARCELONA

que tuvo la bondad de honrarme, nombrándome su socio correspondiente apesar de mi notoria deficiencia, dedico esta pobre Memoria, que dará testimonio de aquella deficiencia y de mi legítimo afán por manifestar de algún modo á tan respetable Corporación la más profunda gratitud.

Jerez de la Frontera, año de 1902.

EL CONDE DE CAÑETE DEL PINAR

INTRODUCCIÓN

Siempre se ha deseado y procurado conocer la figura y dimensiones de la Tierra, que primeramente se creyó llanura ilimitada, y después esférica por la sombra que arroja en los eclipses de luna. Y, según es sabidísimo, midió esta esfera Eratosthenes con los medios de que podía disponer en su tiempo; y mucho después la circunvaló con la quilla de su nao *Victoria* nuestro célebre navegante Elcano. Y en los siglos XVI y XVII se verificaron otras mediciones con los mejores medios de que entonces se disponía, y unos sabios opinaban que la Tierra era elipsoide prolongado y otros achatado hacia los polos.

Los Cassinis, padre é hijo, manejando ya anteojos é instrumentos de precisión, midieron arcos de meridiano en el espacio de 36 años con esmerada prolijidad, y á este propósito dice un sabio contemporáneo lo siguiente: *los instrumentos y exactitud empleados en estas medidas fueron tales, que no sólo á los Cassinis, sino también á otros muchos, no les quedó duda de lo justificado de sus operaciones. Estas medidas fueron repetidas en diferentes tiempos, en diferentes lugares, con diferentes instrumentos y por diferentes métodos; y la resulta de seis operaciones hechas en 1701, 1713, 1718, 1733, 1734 y 1735, fué siempre que la Tierra es alargada y no chata hacia los polos.* Equivocada opinión que pugna con las las leyes de la Hidrostática y con los resultados de las observaciones del péndulo, ya conocidos en aquella época.

Tales dudas y el progreso de las ciencias aumentaron la sed por saber la verdad y aguzaron el deseo de verificar más exactas mediciones de arcos de meridiano hacia el círculo polar ártico y hacia el ecuador, mediciones que declararón rotundamente la extensión del achatamiento hacia los polos. En una de estas mediciones tomó principalísima parte el renombrado D. Jorge Juan, nuestro sabio marino, que escribiendo sobre ellas decía: *se executan con tal delicadeza, que no parece pueda llegar á más la diligencia humana.*

Pero las ciencias, y la perfección de sus instrumentos, progresaron tanto desde mediados del siglo XVIII hasta fines del XIX, que hoy los errores accidentales de medición se reducen á la vigésima ó trigésima parte de los de entonces, y aún estos pequeños errores se someten á la rigurosa disciplina matemática del cálculo de probabilidades, que en gran parte compensa sus efectos sobre el resultado final.

Nosotros nos maravillamos de la exactitud de las actuales mediciones tanto como D. Jorge Juan de las suyas propias; y es probable que los venideros consideren las nuestras harto inexactas. Que la sed de verdad es insaciable en el hombre, y como el progreso humano está tan distante de ser infinito; cuanto más amplía los horizontes más grande nos parece el Universo, más ingente la Verdad y más pequeños nosotros mismos.

En nuestra época se miden arcos de meridiano, arcos de paralelo y arcos oblicuos, y se verifican sobre ellos esquisitas determinaciones astronómicas, todos cuyos trabajos, además de servir para la descripción del territorio en que se hacen, convergen á la determinación de la figura y dimensiones de la Tierra, concurriendo á un centro común establecido en Potsdam *(Centralbureau der internationalen Erdmessung)* el cual tiene por objeto unificar y normalizar todos los esfuerzos parciales, extrayendo de ellos su esencia más eficaz para la solución del general problema.

En el día hay ya muchos arcos importantes cuya medición está concluída ó próxima á concluir. Hay un arco de meridiano de grandísima extensión en la India inglesa, entre 8 y 32 grados de latitud; otro que atraviesa toda Rusia de norte á sur, entre 45° 20′ y 70° 40′; otro que cruza á Inglaterra, Francia, España y Argelia, llegando por su extremo septentrional hasta las islas Shetland, situadas al norte de Escocia, y por el extremo opuesto hasta los confines del Sahara en Africa, con una amplitud de 28 grados; y finalmente otro que ahora miden con toda actividad los Estados Unidos de América, en el meridiano 98° oeste de Greenwich, el cual atraviesa toda la nación desde el Río Grande en su confín mejicano, hasta el confin opuesto de las Posesiones Británicas, ó sea una extensión de 23°; que podrá aumentarse considerablemente, por el sur cuando se le agreguen diez grados al través de Méjico hasta las playas orientales de Acapulco en la costa del Pacífico, y por el norte cuanto se quiera hasta unos 20° en el territorio británico del noroeste.

En cuanto á los arcos de paralelo hay también varios medidos en la India

inglesa, Europa y América; pero los más importantes son, uno hacia los 52 grados de latitud, que va desde el oeste de Irlanda hasta Orsk en Rusia, y otro que cruza todo el continente americano por los 39 grados de latitud norte, desde el Occeano Atlántico hasta el Mar Pacífico.

Este último arco de paralelo es el que me propongo hacer objeto de breve estudio en el presente escrito, teniendo á la vista la Memoria de los trabajos verificados para su medición por la Corporación oficial encargada de la Geodesia é Hidrografía en los Estados Unidos de América.

De la lujosa edición que se hizo de esta Memoria, poseo un hermoso ejemplar debido á la fina amistad del respetable profesor y excelente geodesta George Davidson de San Francisco de California; por cuya recomendación tuvo la bondad de enviármelo el Sr. Superintendente del *Coast and Geodetic Survey* de aquella nación, profesor O. H. Tittmann; y á la bondadosa cortesanía y liberalidad de ambos señores estoy profundamente agradecido.

No será tiempo malgastado el que se dedique á dicho análisis, porque trabajos tan extensos é importantes como estos, que hacen época en la historia de la Ciencia, suelen presentar tres motivos de interés para el amante de ella, cuando tiene afán por seguir atentamente todos los pasos de su marcha progresiva, á saber:

1.°—Que al recorrer extensiones de territorio tan dilatadas, con el fin de medirlas, es probable encontrar algún caso que salga de lo ordinario, ó alguna circunstancia que se aparte de las comunes y corrientes, y que obligue quizás á abandonar los medios usuales y rutinarios, para adoptar ó improvisar otros distintos, que sean más propios y adecuados para el caso nuevo, y que al mismo tiempo proporcionen enseñanza.

2.°—Que en trabajos geodésicos que abarcan un cuarto de siglo, se ha de ver con interés como van llegando los adelantos ó perfeccionamientos teóricos á pasar por el crisol de la práctica, para allí recibir su *regium exequatur*, si es que lo merecen; pues, como decía el sabio astrónomo Sanchez Cerquero, *la experiencia es la verdadera piedra de toque de todas las teorías y reflexiones.*

Y 3.°—Que la misma dilatada práctica, y la experiencia que por ella van adquiriendo hombres científicos, acostumbrados á meditar, engendran sobre el terreno reformas útiles, variaciones convenientes, y hasta novedades en los métodos y trabajos, que importa conocer para lo sucesivo, y que no siempre se encuentran en los tratados de Geodesia y de Astronomía práctica.

Con este propósito voy á hacer un ligero comento de la extensa Memoria indicada, en el que procuraré ser tan lacónico como lo exige la índole de un escrito de poco valer; y trataré de llamar la atención solamente sobre aquellas materías que se apartan, por poco que sea, del camino trillado y rutinario, para dar sobre ellas abreviada noticia.

EL ARCO TRANSCONTINENTAL

El título de la Memoria que vamos á examinar es «*The Transcontinental Triangulation and the American Arc of the Parallel.*» Está contenida en un voluminoso y monumental *in folio* con 871 páginas de esmerada impresión, bellos fotograbados, figuras y diagramas que completan un total de 57 ilustraciones, publicado en Washington con la fecha de 1900, por el *Coast and Geodetic Survey* de los Estados Unidos de América. Como su título lo indica, trata esta Memoria de las mediciones verificadas por dicha corporación en una cadena de triángulos que atraviesa el Continente americano del este al oeste, y contiene el arco de paralelo cuya latitud es 39° norte. Relata uno de los trabajos geodésicos más vastos que haya intentado jamás nación alguna por sí sola, y tan rico como el que más en la aplicación de los adelantos y perfeccionamientos recientemente introducidos en la Astronomía y Geodesia prácticas; algunos de los cuales nacieron de sus propias operaciones é iniciativas y del constante afán con que se procuró la mejora de cada detalle.

Algunas cifras serán aquí oportunas para dar idea anticipada de la magnitud extraordinaria de la empresa. 26 años abarcaron los trabajos de campo, en los que actuaron 55 oficiales y numerosos ayudantes, bajo la dirección de distintos consecutivos Superintendentes del Cuerpo. La extensión aproximada del arco medido es de 4224 kilómetros, esto es, más de 3 horas de diferencia en longitud entre sus dos extremos, ó para formar mejor idea, una distancia próximamente doble de la que media entre Lisboa y Nápoles. Aparte de los sueldos de los oficiales se emplearon 500,000 dollars en realizar estos trabajos, ó sean 20,000 duros próximamente en cada uno de los años que duró la empresa. En este largo período ha habido aumento de precisión en la labor científica y mejoras en los trabajos de campo correspondientes á las mediciones de bases, á las triangulaciones y á las determinaciones astronómicas. Puede decirse que su marcha ha correspondido con el progreso de la Geodesia. Hubo también grandes adelantos en rapidez y exactitud, y se introdujeron nuevos métodos que estuvieran de acuerdo con la gigantesca escala de algunas de las observaciones.

Como era de presumir en trabajos que comprenden tanta extensión de territorio, se encontraron casos extraordinarios que exigieron la aplicación de los nuevos métodos que se acaban de mencionar; y entre tales casos merece especial referencia el cruce de la cadena de triángulos sobre cordilleras de muy altas montañas, que obligó á ocupar estaciones de extraordinaria elevación sobre el nivel del mar y á trazar triángulos de descompasadas dimensiones, como rarísima vez se presenta ocasión de medir. Los resultados astronómicos que se obtienen en estas grandes altitudes requieren tratamiento especial, á causa de las especiales condiciones en que se encuentran las fuerzas centrífuga y de atracción. Los ángulos horizontales que entre tales estaciones se miden son marcadamente distintos de lo que serían, si los *objetos* á que se dirigen las visuales radicaran sobre el nivel

del mar. Por otra parte, la Geodesia superior tiene que intervenir en los procedimientos cuando las triangulaciones salen de sus límites ordinarios y llegan á dimensiones gigantescas, como allí sucedió en las regiones de enormes montañas.

En aquellos trabajos hubo motivo para apreciar que las leyes de refracción, aplicables á elevaciones iguales ó inferiores, requieren modificación cuando existen grandes desigualdades en las altitudes de las estaciones.

La compensación de una cadena ó red de triángulos, esto es, aquel cómputo refinado y laborioso por medio del cual se logra que, observaciones desproporcionadas entre sí, vengan á armonizarse, de acuerdo con la teoría matemática de las probabilidades, adquiere mayor importancia cuando se trata de una cadena de figuras geométricas entrelazadas en tan grande extensión de terreno; y obliga por consiguiente á la adopción de algunas alteraciones para el modo de practicar aquellos ajustes científicos.

Otros casos extraordinarios fueron la exhuberante vegetación de suelos vírgenes, la profusión de selvas y bosques, y la altura de corpulentos árboles que llegaba hasta 40 metros; circunstancias que exigieron nuevos aparatos para señales y trípodes en las estaciones, porque hasta entonces no se había tocado la necesidad de montar instrumentos á 46 metros de altura sobre el terreno, ni señales á 84 metros de elevación sobre el mismo.

Por primera vez en trabajos geodésicos se consideró como variable la latitud astronómica de cada lugar y se corrigió la observada, para su reducción á latitud media.

Todo en una palabra contribuye en esta magna obra á hacerla notable, importante, colosal y digna de figurar en los anales de la Geodesia como acontecimiento histórico propio para formar época.

El plan de los trabajos fué la medición de diez bases discretamente repartidas á lo largo de la zona que se iba á medir, y que dividieron á esta zona en once trozos, llamados *series* ó cadenas parciales, los cuales se midieron aisladamente. Cada una de las bases se ligó á las dos series vecinas, por medio de una *red de base* compensada, que partiendo de la línea medida, llegaba con uno de sus lados á una cadena de triángulos y con otro lado á la otra cadena inmediata.

Cada una de las series se sometió á separada compensación, con el fin de conciliar, mediante el método de los mínimos cuadrados, las discrepancias que existieran entre los valores fijados para los extremos y los resultantes de las mediciones angulares empleadas para la conección entre uno y otro.

De la combinación de estas operaciones vino á formarse un sistema homogéneo y completo de figuras geométricas, rígidamente unidas entre sí á lo largo del arco ó zona de operaciones y sobre la superficie del elipsoide hipotético, que fué el de Clarke. Este sistema dejó expedito el camino para el cálculo de posiciones geográficas de sus vértices, en todos los cuales se midió además la altitud, ya por nivelaciones, ya por observación de distancias zenitales entre las estaciones.

Después vino la comparación entre estas posiciones geográficas y las astronómicas, que de latitud fueron las observadas en 109 estaciones, de azimut en 73 y de longitud en 37; y las determinaciones astronómica y geodésica de la extensión del arco, ya en su totalidad, ya en ciertos trozos parciales. De dicha comparación se dedujeron los *desvíos de la plomada*, y se hizo el estudio de sus relaciones, tanto entre sí, como con respecto á la topografía del territorio colindante; y finalmente, se comparó la magnitud hallada para el arco trascontinental con la resultante según distintos elipsoides hipotéticos.

Además, se obtuvieron con este trabajo puntos de apoyo para otros ulteriores de primer orden, para la topografía local, etc., etc.

BASES

Las diez bases que se midieron tienen los nombres y orden de fechas que se expresa á continuación:

Fechas	Nombres de las bases	Latitud norte	Longitud O. de Greenwich	Tamaño en kilómetros	Error probable en metros
1844	Isla Kent.	38° 36′	76° 21′	8,69	± 0,065
1872	Valle Americano. .	38 38	90 02	7,27	± 0,021
1879	Olney.	38 52	88 04	6,59	± 0,009
1879	El Paso.	38 58	104 31	11,29	± 0,015
1881	Yolo.	38 36	121 50	17,49	± 0,016
1891	Holton.	39 03	85 22	5,50	± 0,004
1892	St. Alban.	38 23	81 49	3,87	± 0,003
1896	Salina.	38 52	97 34	6,55	± 0,006
1896	Lago Salado. . . .	41 04	112 04	11,20	± 0,007
1897	Versalles.	38 28	92 47	7,64	± 0,008

De las cinco primeras bases que alcanzan hasta 1881, poco hay que decir, porque los procedimientos empleados son bien conocidos. En la primera se midió una sola vez y con barras de hierro de 8 metros de longitud; en la segunda también una sola vez y con reglas de hierro de 6 metros; de suerte que pueden calificarse estas dos primeras mediciones como de categoría inferior á las efectuadas más adelante, donde se desarrolló mayor cantidad de trabajo y esmero, en demanda de más exactitud.

La cuarta base llamada *El Paso,* presentó la particularidad de tener un declive de 172 metros y estar su punto medio elevado unos 2,063 metros sobre el nivel del mar. Tanto esta base como la tercera y la quinta, que llevan por nombre *Olney* y *Yolo*, fueron medidas con bastante mayor prolijidad que las dos

primeras, por secciones y dos veces, una en un sentido y otra en el opuesto: se usaron reglas bimetálicas de 4 metros, dentro de dobles cajas tubulares, ó sea aparato de Repsold, en la base de Olney; reglas de acero de 6 metros en la base cuarta, y reglas de compensación bimetálica de 5 metros en la quinta. Algunas de las secciones ó pequeños trozos en que se dividió cada una de estas tres bases, fueron medidas tres ó cuatro veces.

En 6 secciones se dividió la sexta base *(Holton)*, que fueron medidas separadamente, y dos veces por lo menos cada una. En una de estas secciones de un kilómetro de longitud, se hizo cuatro veces la medición con un nuevo aparato, cuya parte principal es una barra de acero de 5 metros, rodeada de hielo en fusión, para mantenerla durante su uso en una temperatura y una longitud constantes, suprimir la observación de termómetros y eludir el empleo de coeficientes de dilatación, que nunca son exactos. También se ensayó en esta base por primera vez la medición con cintas de acero de 100 metros, apoyadas sobre estacas, que de diez en diez metros se clavan en el terreno á lo largo de la base. Esta clase de medición, por su brevedad, pudo repetirse hasta 30 veces en algunas secciones. Además, en sitio próximo y con el objeto de tener un hectómetro magistral, para confrontar con él á menudo las dimensiones de las cintas y de las reglas metálicas, se estableció bajo techado una línea de aquella longitud, medida repetidas veces con el referido aparato de hielo.

Para el uso de las cintas de acero es necesario que el terreno de la base sea próximamente llano, horizontal y adecuado para clavar en él las estacas que han de servir de soporte á las cintas, de modo que sus cabezas guarden las dos alineaciones, vertical y horizontal. El mayor inconveniente que presenta este método es la dificultad en conocer la temperatura de las cintas bajo diferentes condiciones atmosféricas, y de aquí que las mediciones practicadas de noche, en que la temperatura cambia menos bruscamente, resultan más exactas que las hechas durante el día. Su ventaja principal es la brevedad en la medición y la facilidad para repetirla muchas veces en poco tiempo.

En el año siguiente se midió la base *Saint Alban*, empleando exclusivamente este nuevo método de las cintas de acero. El trabajo preliminar de preparación del terreno, apartar obstáculos y colocar las estacas de diez en diez metros, esmeradamente alineadas, duró 8 días, del uno al nueve de Octubre; y del diez al catorce se hicieron 5 mediciones de la base con las cintas, cuatro de ellas de noche y una de día; pero el observador rechazó esta última. Las cintas tenían 101,01 metros de largo, 6,34 milímetros de ancho y 0,47 milímetros de espesor. Cada metro de longitud pesaba 22,3 gramos. Estaban enrolladas en carretes mientras no se usaban, y en el momento de emplearlas se sometían á una tensión de 11 kilógramos. Para medir fracciones se empleaba otra cinta de 15 metros, graduada en milímetros. Dos termómetros colocados á 10 metros de los extremos, y un tercero en el centro, acusaban la temperatura. Los resultados de las cuatro mediciones de noche fueron:

Octubre 11.	3 870,	m 518 9
12.	,	500 4
13.	,	508 2
13.	,	518 4
Promedio	3 870,	514 1 ± 0,0035.

Por donde parece comprobarse que el método no solamente es de una rapidez notable, sino también bastante exacto.

Sin embargo, en la medición de la base siguiente, que fué *Salina,* el año de 1896, se volvieron á emplear las mismas reglas que en *Holton*, aunque con algunas mejoras en los detalles, y se obtuvo por dos mediciones el valor

$$6\,552,^{m}\,446\,2 \pm 0{,}0063,$$

y después se volvió á medir con cintas de acero de 50 metros, hallando por tres mediciones,

$$6\,552,^{m}\,409\,2 \pm 0{,}0235.$$

Este error probable de mayor importancia, prueba el desacuerdo que hubo entre las tres mediciones. Dicho desacuerdo y la diferencia de 37 milímetros entre la medición hecha con las cintas y la practicada con las reglas, fueron motivo para desechar aquella y dar al olvido las cintas por algún tiempo.

En *Lago Salado* la base se extiende á lo largo de la orilla oriental del Gran Lago y está elevada sobre el nivel del mar unos 1297 metros. Sus extremos fueron marcados por obras de fábrica de 3 metros de elevación; y muy próximamente á cada mil metros de la base se embutió en el terreno una gran piedra, cuya cara superior quedó á nivel con el piso, y dentro de la piedra un cilindrito de cobre con fino trazo, como punto de referencia de cada jornada de medición, á semejanza de los que se acostumbra usar en los extremos de toda base.

Se empleó para la medición un nuevo aparato llamado *duplex*, y se midió dos veces la base, bajo sombrajos portátiles, una vez en un sentido y la otra en el opuesto. El aparato duplex consta esencialmente de 2 reglas de unos 5 metros de longitud, una de acero y otra de bronce, unidas paralelamente y provistas de los microscopios y detalles necesarios para poder medir la diferencia entre las longitudes de ambas. Esta diferencia, variable con la temperatura, por ser distintos los coeficientes de dilatación de los dos metales, puede servir de termómetro y de dato único para determinar con gran exactitud la longitud de cada regla en un momento dado; siempre que previamente se hayan obtenido por observación las relaciones que existen entre la diferencia de las reglas y sus respectivas magnitudes por cada grado de cierta escala de temperatura. Este estudio previo se

hizo sobre una línea magistral de 50 metros, establecida de modo permanente en las proximidades de las oficinas de Washington, y medida con toda escrupulosidad por medio de la barra en hielo antes mencionada; y allí mismo se repitió el estudio de dichas relaciones, después de la medición de la base. Dividida ésta en once secciones, diez de ellas con longitud de un kilómetro, se procedió á la medición por separado de cada una, y aunque en este caso los termómetros eran innecesarios, se usaron sin embargo, para la comparación entre los resultados obtenidos con ellos y sin ellos, la cual puede examinarse en el siguiente cuadro:

RECAPITULACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS PARA LA LONGITUD DE LA BASE

	1.ª medición	2.ª medición	Promedio
Por las reglas de acero, usando coeficiente de dilatación	11 200m, 949 0	11 200m, 961 2	11 200m, 955 1
Por las reglas de bronce, usando coeficiente de dilatación	11 200, 949 1	11 200, 963 4	11 200, 956 3
Por las diferencias en longitud de las reglas, sin usar termómetros. . .	11 200, 947 2	11 200, 956 4	11 200, 951 8
Promedio general. . . .			11 200, 954 4

De estos resultados se dedujo que el aparato duplex no presentaba ventaja especial sobre los otros aparatos de reglas de acero, usados con lecturas termométricas en mediciones de base anteriores; y en contra exigía trabajo preparatorio considerablemente mayor, siendo su única ventaja la supresión del uso de los termómetros. En cuanto á exactitud pueden considerarse ambos iguales, y en el caso de *Lago Salado* el error probable del resultado es pequeñísimo, si se relaciona con la magnitud de la base.

Queda por considerar la de *Versalles* medida en el año de 1897 y última de las diez bases del arco transcontinental. Para medirla se volvió á emplear la cinta de acero de 50 metros, dividiendo previamente la base en 8 secciones que fueron medidas individualmente, dos veces unas y cuatro veces otras, generalmente de noche y con temperatura casi constante. La cinta se usaba en tensión de 15 kilógramos, con dos termómetros sujetados á distancia de un metro de cada extremo; y las temperaturas se leían inmediatamente después de hacer el contacto. Un momento antes de hacerlo se suspendía instantáneamente la cinta, ya sometida á tensión, por su medianía y por el extremo de avance, con el objeto de evitar retención por rozamiento con las estacas.

Para comprobación se midió también una de las secciones tres veces con las reglas metálicas de 5 metros ya usadas en otras bases, y he aquí los resultados obtenidos en aquel trozo por uno y otro método:

MEDICIONES DE LA CUARTA SECCIÓN DE LA BASE VERSALLES.

Por las barras metálicas	Por las cintas de acero
999m, 973 7	999m, 973 2
, 973 3	, 972 5
, 970 9	, 970 7
	, 974 1
Promedios 999 , 972 6	999 , 972 6

La conformidad de esta comprobación, la que guardan entre sí las distintas mediciones en los otros trozos de la base y la pequeñez del error probable final en la medición de toda ella, son otros tantos elogios de las cintas de acero y de la habilidad con que se han practicado estas medidas.

Para concluir con las bases resta sólo recordar, que cada una de ellas se liga á lados próximos de las *series* ó triangulaciones parciales del arco transcontinental, mediante una red de triángulos que los americanos llaman *red de base,* y sirve para pasar por grados progresivos del tamaño relativamente pequeño de la base medida, al tamaño generalmente grande de un lado en las triangulaciones de primer orden. De las diez redes de base correspondientes á las diez bases mencionadas, la menor contiene 12 triángulos, y la mayor 37, sobrepuestos unos á otros en escasa área. Todas ellas fueron tratadas por el método de los mínimos cuadrados, para la compensación de los errores fortuitos de observación, ó sea para el *ajuste de figura,* como le llaman los norteamericanos. De este modo las cadenas de dos series consecutivas de la triangulación principal resultan ligadas por una figura geométrica, que no pertenece á ninguna de ellas, sino á la red de base intermedia.

Las discrepancias encontradas entre dos bases contiguas, han estado comprendidas

$$\text{entre } \frac{1}{25700} \text{ y } \frac{1}{724000} \text{ del tamaño de la base.}$$

La mayor correspondió á las bases *Versalles* y *Salina*, y la menor á las bases *Olney* y *Valle Americano.*

ALTITUDES

Como no basta el conocimiento de la longitud y latitud para definir un punto de la superficie terrestre, sino que es preciso agregar su tercera coordinada, que es la elevación ó altitud sobre el nivel medio del mar; y como hoy cualquier red de triángulos debe tener determinadas y conocidas las altitudes de todas sus estaciones, tanto las geodésicas como las astronómicas, para hacer por su medio las correspondientes reducciones á dicho nivel; los geodestas encargados de la medición del arco transcontinental emprendieron el estudio de la nivelación entre el Atlántico y el Pacífico al través de la red de triángulos. Esta empresa minuciosa y que ha de abarcar tan grande extensión de terreno, requiere mucho tiempo y aún no está concluída; por lo cual recurrieron dichos geodestas á determinar las elevaciones de aquellos puntos adonde no había llegado todavía la nivelación, por el método mucho más breve, aunque menos exacto, de la observación de distancias zenitales recíprocas, que ligaran las estaciones de altitud desconocida con otras que ya la tuvieran determinada.

De estas mismas observaciones de distancias zenitales resultaron también los elementos de numerosas determinaciones de la *constante de refracción*, que divididas en varios grupos, produjeron para dicha constante los valores siguientes:

0, 17
0, 15
0, 11

El primero de estos valores fué promedio de 19 determinaciones sobre la costa del Pacífico, el segundo promedio de otras 36 en paraje algo distante de aquel mar, aunque influido por su clima, y el tercero promedio de 33 en zona más apartada del mar, con clima seco y durante los meses de calor. Los resultados están de acuerdo con la conocida influencia del clima de costa sobre la refracción atmosférica, que tiende siempre á aumentarla, y por consiguiente á hacer mayor su coeficiente.

La constante ó coeficiente de refracción (que ordinariamente se designa con la letra k) se expresa por la relación

$$k = 2\,\frac{Z - z}{v},$$

en donde Z y z son respectivamente las distancias zenitales verdadera y aparente de un *objeto* y v el ángulo formado en el centro de la tierra, supuesta esférica, por las verticales del *objeto* y de la *estación*. Los ingleses y norteamericanos suelen tomar por coeficiente de refracción un valor igual á $\frac{1}{2}\,k$.

Se halla el valor de k por la observación entre dos puntos de la superficie terrestre de sus respectivas distancias zenitales recíprocas y simultáneas, cuyas aparentes magnitudes z y z' se introducen en la fórmula que sigue:

$$k = 1 - \frac{z + z' - 180^\circ}{v}.$$

El coeficiente de refracción varía según el estado de temperatura ó de humedad de la atmósfera, y la mayor ó menor proximidad de la visual al terreno. Helmert da 0,13 para su valor medio y Clarke 0,15 para visuales que no cruzan sobre el mar y 0,16 para las que cruzan sobre él, valores todos que no se diferencían mucho de los hallados por las observaciones americanas antes citadas. Continuaron éstas sobre una gran extensión de las Montañas Roqueñas y Sierra Nevada, en donde también se hicieron 80 determinaciones del mismo género, y de ellas se dedujo que el coeficiente de refracción disminuye cuando las altitudes ó la temperatura aumentan, y su valor osciló entre 0,09 y 0,15, siendo el promedio 0,11; pero aún cuando se hicieron tentativas para hallar la relación entre estas variaciones y sus causas aparentes, no se llegó á expresión matemática bastante satisfactoria.

Otras reglamentadas observaciones se practicaron hácia la costa del Pacífico, bajo la dirección del sabio profesor George Davidson, con el fin de estudiar la variación diurna de la refracción; y resultó que esta constante representa tener un valor máximo hácia medianoche y mínimo hacia mediodía, variando poco de 10 de la mañana á 5 y media de la tarde. Este último intérvalo sería por lo tanto el más conveniente para observar ángulos verticales, si no hubiera que atender más que á la refracción; pero se oponen otros motivos, como por ejemplo, la visión por medio de anteojo, para la cual son desfavorables las horas próximas al mediodía. La variación total diurna resultó entre 0,03 y 0,07, y mayor cuanto más baja era la estación.

El mismo Davidson practicó otras observaciones en el año de 1879, más al interior, en el valle de San Joaquín, vertiente occidental de Sierra Nevada, con el objeto de compararlas con las anteriores y proveer de más datos para el estudio de las variaciones de refracción en diferentes condiciones climatológicas. El resultado que obtuvo para el coeficiente fué $k = 0{,}13$, con un minimum hacia las 2 y media de la tarde y escasa variación durante la noche, al principio de la cual se verifica el máximum. La variación total diurna no pasó de 0,03, y las horas mas indicadas para la observación de distancias zenitales aparecieron comprendidas entre 11 de la mañana y 4 y media de la tarde, por ser en este intérvalo la refracción más pequeña y casi constante.

TRIANGULACIÓN

La elección de estaciones para una triangulación y las instalaciones, métodos y detalles de sus múltiples operaciones suelen ser muy distintas, y dependen generalmente de las condiciones topográficas y relieve del terreno. En cadena de triángulos tan vasta como la del arco transcontinental, es natural que se presenten condiciones variadas, y que por lo tanto, los procedimientos hayan tenido que ser diferentes entre sí, y de opuesta índole á veces las dificultades vencidas. Atendiendo á estas variaciones esenciales, puede dividirse la cadena de triángulos en tres grandes secciones, la occidental, la central y la oriental. Caracterizan á la primera las grandes altitudes de sus estaciones, que obligaron á triángulos gigantescos, con lados entre 150 y 300 kilómetros, comparables solamente á los triángulos que enlazaron á Argelia con España y á los que sirvieron para el enlace de las islas Baleares con el Continente. Atraviesa dicha sección las Sierras de la Costa, Nevada y de Vasatch, y las cumbres más altas de las Montañas Roqueñas, abarca 1685 kilómetros del paralelo medido, tiene muchas estaciones á más de 3000 metros sobre el nivel del mar, y algunas á más de 4000, es decir, con mayor altitud que el pico Mulhacen, de nieves perpétuas, que sirvió como peligrosa estación para el enlace referido de Argelia con España.

La sección central abarca 1217 kilómetros del paralelo, y presenta condiciones de carácter radicalmente opuesto á las de la vecina sección antedicha. Es una gran planicie en suave declive, que desciende desde el escarpe oriental de las Montañas Roqueñas hasta el río Misisipí: en ella fueron necesarios los triángulos muy pequeños y estaciones artificialmente elevadas sobre el terreno por medio de enormes trípodes ó andamiadas, con el fin de dominar la curvatura de la superficie terrestre y los obstáculos de todo género, por visuales convenientemente apartadas de aquella superficie.

La sección oriental contiene los 1323 kilómetros restantes del arco medido, y se extiende desde el río Misisipí hasta el Occeano Atlántico, por un terreno mixto, en que hay llanuras, colinas, montañas y bahías. En ella, como en la anterior, abundan los obstáculos naturales que impiden la recíproca visión entre puntos algo distantes, y obligan, á falta de eminencias ó puntos naturalmente elevados, al uso de estaciones artificialmente elevadas, como las que se mencionaron anteriormente.

Las once *series* ó cadenas de triángulos en que resulta dividida toda la triangulación por las diez bases ya descritas, van expresadas á continuación con sus respectivos nombres y tamaños, por el orden de sus relativas situaciones, de oriente á occidente, entre el Atlántico y el Pacífico.

BASES	Extensión de las SERIES en kilómetros	NOMBRES DE LAS SERIES
	180	Orilla oriental
Isla Kent	545	Allegheny
St. Alban	330	Ohio
Holton	238	Indiana
Olney	174	Illinois
Valle Americano	241	Missouri
Versalles	419	Missouri-Kansas
Salina	605	Kansas-Colorado
El Paso	653	Montañas Roqueñas
Lago Salado	854	Nevada
Yolo	186	Sierra occidental

De estas once *series* ó cadenas de triángulos, las ocho primeras pertenecen á las secciones oriental y central, en donde las dificultades encontradas no fueron de gran trascendencia, pues consistieron principalmente en la abundancia de terrenos llanos y de bosques poblados con árboles de gran elevación. Los estorbos para alcanzar grandes visuales obligaron á elevar en las estaciones los instrumentos y señales á considerables alturas sobre el terreno, por medio de andamios de muchos pisos, fuertemente entrelazados y cuidadosamente sujetos en todas direcciones con estays ó retenidas de alambre, que impidieran todo movimiento de oscilación al conjunto. Hubo torre ó andamiada de éstas, en la primera

serie, que sirvió para sostener instrumento y observador á 36 ½ metros de altura sobre el terreno y para mantener una señal á 84 metros de elevación: esto no obstante, la trabazón y afianzamiento de aquellos esqueletos de torre fué tan excelente que, visadas sus señales desde suficiente distancia, con un anteojo de paso, no se les notaba oscilación alguna, por más que varios hombres adrede intentaran producirla, dando impulsión sobre las propias retenidas.

En la cuarta *serie* los árboles de los bosques llegaban hasta 40 metros de altura, y hubo estación que requirió andamiada suficiente á mantener instrumento y observador en 46,3 metros de elevación. Todas las observaciones en esta cadena de triángulos se hicieron de noche y con señales de luz.

La faja de triángulos de la *serie* sexta fué la más estrecha de todas, por lo llano del terreno, la pequeñez consiguiente de las visuales, y el deseo que hubo de reforzar la conección con cuadriláteros y otras figuras complejas. Sin embargo, esta cadena parcial presenta el único caso en todo el arco de que uno de sus eslabones sea formado por un solo triángulo: sírvele de disculpa que el triángulo es de los buenos, esto es, casi equilátero y de buen tamaño. Todos los eslabones restantes de la zona total, son cuando menos cuadriláteros.

Generalmente, en las 8 *series* que componen las secciones oriental y central, se usaron poco los heliotropos y se hicieron las observaciones sobre señales en forma de rombo durante el día ó sobre luces durante la noche; y en todas ellas hubo facilidades para el transporte, para el aprovisionamiento y para la comodidad, por estar regularmente poblada toda aquella vasta región de 2540 kilómetros que las 8 series abarcan, con excepción si acaso, del paso á través de las Montañas de Allegheny. En sus estaciones se emplearon teodolitos de 25, 30, 35, 50 y hasta 60 centímetros para la observación de las *direcciones horizontales*, generalmente en 17 posiciones distintas del círculo azimutal, y midiendo dos series completas de ellas en cada posición del círculo.

Pero en el tercio restante de la triangulación ó sea en la sección occidental, el carácter del trabajo fué completamente distinto, á causa de las grandísimas altitudes de sus vértices ó estaciones, de la escasez de población y de la carencia de caminos y próximos recursos. Con pocas excepciones, la zona de territorio que atraviesa la triangulación entre el pico Pikes y el Lago Salado está caracterizada por estupendas masas de montañas con intrincada topografía, abruptas pendientes, profundos barrancos y carencia de agua, de vida vegetativa y de vías de comunicación. Las estaciones comprendidas en esta *serie* novena tienen una elevación media de 3650 metros; y el paso á través de la división continental del Colorado se efectúa mediante la ocupación de cinco picos cuya media altitud es de 4300 metros, enmedio de un erial árido y estéril, formado por empinadas rocas y hondos precipicios, donde apenas hay sitio llano en que sentar el pié, y sólo se encuentra inclemencia y desolación. Los triángulos son allí tan colosales, que hay lado que alcanza hasta 294 kilómetros de magnitud. El principal obstáculo á la prosecución rápida del trabajo fué la falta casi total de medios modernos para el

fácil y rápido transporte de lo más necesario en las estaciones, pues los medios de locomoción estaban allí reducidos á la pesada carreta en los trozos más favorables y al lomo de las bestias de carga en los restantes. Hubo que construir caminos relativamente practicables para aquellos vehículos, y puentes sobre gargantas y barrancos. Cada estación necesitó dos campamentos, uno arriba en el mismo local de la estación, y el otro abajo, 5 ó 10 millas distante del alto, y situado en el límite del camino carretero. Ambos campamentos se comunicaban entre sí por vereda abierta á fuerza de hacha, pico y dinamita, por la cual se hacían ascender 5 toneladas de peso, entre instrumentos, equipos y provisiones, en unas dos semanas y con la ayuda de 5 ó 7 mulas. El gran teodolito, que con su caja pesaba unos 100 kilógramos, necesitaba uno ó dos días para cada una de estas ascensiones, que alguna vez fué preciso hacer á mano.

También era considerable el trabajo preparatorio que se hacía en lo alto del pico destinado á estación, para ponerlo en forma adecuada, preparando asientos planos en la roca ó pilares de mampostería para montar sobre ellos los numerosos instrumentos, y piso conveniente para los observadores, rodeándolo todo de muros, y cubriéndolo después con tiendas de fuerte lona para defensa del viento, de la nieve y de las radiaciones de calor. El teodolito, sobre un pie de hierro, estaba protegido eficazmente de la luz directa del Sol y de su calor radiante por la tienda de observación, de doble pared y doble techo.

Como la permanencia en cada estación duraba casi un mes, solamente podían ocuparse dos de estas estaciones en el año, por no alcanzar á más la temporada conveniente para la ocupación y observaciones. El personal se componía de 3 oficiales y 9 ó 10 ayudantes, aparte de los heliotropistas que mientras tanto ocupaban otras estaciones destinadas á ser *objetos* de la medición. La observación de *direcciones horizontales* se hizo, con pocas excepciones, sobre luz del Sol reflejada por heliotropo; y es de notar que allí no se encontró dificultad para ello, mientras que en el enlace de Argelia con España jamás fueron visibles los heliotropos y hubo que recurrir á las observaciones de noche con luz eléctrica, la cual tampoco se veía sino rara vez, á causa de las brumas del mar.

Los reflectores de los heliotropos usados en América eran de forma cuadrada, con dimensiones variables entre $2\frac{1}{2}$ y 15 centímetros de lado, y la experiencia enseñó que el espejo de $7\frac{1}{2}$ centímetros de lado bastaba para visuales comprendidas entre 130 y 160 kilómetros; que era necesario el espejo de 10 centímetros para visuales comprendidas entre 160 y 240 kilómetros; y que la visual mayor experimentada, que fué la de 294 kilómetros ya mencionada, necesitó espejo de 15 centímetros. Las señales que usaron de noche en las estaciones de observación tenían reflectores de 20 á 30 centímetros de lado, cuya poderosa luz era facilmente perceptible por los heliotropistas, aun á simple vista, hasta la distancia de 240 kilómetros, y les servía para dirigir sus anteojos al llegar á una estación, y para recibir más adelante comunicaciones telegráficas.

El caso de recibir luz reflejada del Sol, después de ocultarse este astro bajo

el horizonte del observador, se repitió con frecuencia y aún duró algunas veces varios minutos.

Las *direcciones horizontales* se observaron con el teodolito de 50 centímetros, en 17 ó 19 posiciones distintas del círculo azimutal y con dos series completas, por lo menos, en cada posición. Las observaciones se hacían desde la salida del Sol hasta las 8 de la mañana y desde las 4 ½ de la tarde hasta la puesta del Sol, notándose que la visión era mejor regularmente por la mañana que por la tarde: se repartían entre 20 ó mas días con el objeto de aprovechar distintas condiciones atmosféricas. La distancia focal del anteojo era de 106 centímetros, y la amplificación del ocular usado, de 83 diámetros.

En todas las estaciones se usó una señal de referencia, como dirección inicial para contar desde ella las otras *direcciones horizontales*.

Las dobles distancias zenitales, que se medían con el fin de obtener las diferencias de altitud entre las distintas estaciones, se hacían durante 12 días por lo menos, y en tres diferentes periodos del día, á saber, entre 6 ½ y 8 de la mañana, entre 11 ½ de la mañana y una de la tarde, y entre 4 ½ y 6 de la tarde.

Por último, se hacían toda clase de observaciones magnéticas y meteorológicas, para lo cual se situaban en parage conveniente los correspondientes instrumentos y aparatos.

El tiempo en estas montañas no puede considerarse como desfavorable durante la estación ordinaria de trabajos de campo, que abarca de primero de junio á primero de noviembre, exceptuando sin embargo el periodo de tormentas hacia la mediación del verano. Estas tormentas, á causa de su persistencia entre las altas montañas, ocasionaron muchas molestias, peligros y retrasos durante el curso de las operaciones, pues envolvían ó rodeaban las alturas por varios días consecutivos, despidiendo fuertes descargas eléctricas; y mientras tanto la cumbre de la montaña zumbaba ó silbaba con motivo del escape de electricidad, tan considerable, que de cualquier objeto colocado en aislamiento se sacaban fácilmente chispas de 5 centímetros. Empezaban regularmente estas tormentas á las 11 de la mañana y duraban hasta mucho después de puesto el Sol, y aunque afortunadamente no causaron desgracia alguna, fueron casi siempre una seria amenaza de peligro, una causa de intranquilidad para los ánimos, y en muchas ocasiones un motivo para hondo malestar y abatimiento, por las circunstancias que las acompañaban de enrarecimiento de la atmóstera, ráfagas heladas, granizos y nieve. En una estación ocupada por heliotropistas cayeron tres tendidos en tierra, casi sin conocimiento, con motivo de una tormenta, mientras que una tienda próxima, varias señales y un teodolito quedaron destruidos por las exhalaciones.

Las tempestades de nieve que suelen ocurrir allí hacia el equinoccio, no causaron más perjuicio en la *serie* novena, que el de interrumpir algunas veces las comunicaciones con el campamento inferior; pero la temperatura no descendió nunca á menos de 18° centígrados bajo cero. No así en la *serie* décima, pues en cierta ocasión descargó una de estas tempestades de nieve sobre el pico *Wheeler*, y fué

tan intensa, que los observadores dentro de sus tiendas, quedaron como sepultados bajo una capa de nieve de 3 metros de altura, mientras que los termómetros al aire libre marcaban 29° centígrados bajo cero. Para poder continuar después las observaciones, fué necesario abrir grandes zanjas al través de la nieve, en las direcciones de las visuales. En esta misma estación la brillantez de la luz refleja de la Luna sugirió la idea del *selenotropo,* para reemplazar de noche al heliotropo, idea que se llevó más adelante á la práctica en las estaciones de *Pioche* y *Nebo.*

La ciencia debe rendir tributo de estimación y elogio á los geodestas que por servirla treparon á aquellas alturas inhospitalarias y casi inaccesibles, y vivieron en ellas largos meses, rodeados de peligros é inclemencias: y debe extender su aplauso á los heliotropistas que, más aislados y con menos recursos, soportaron bravamente tan ruda campaña.

El número total de estaciones geodésicas en toda la triangulación fué 308, comprendiendo en ellas las correspondientes á las once *series,* á las diez *redes de base,* y á las estaciones que fué preciso establecer para efectuar la conección entre las estaciones astronómicas y las trigonométricas de red. Y el número total de condiciones que se satisfizo por medio de los *ajustes de figura* fué 743.

En la triangulación de la parte montañosa, hubo visuales muy grandes, y entre ellas la ya mencionada de 294 kilómetros, mayor que las del *Enlace geodésico de Argelia con España,* las cuales no llegaron á 270.

El mayor triángulo de los completamente medidos haciendo estación en sus tres vértices, tuvo un exceso esférico de 73″,759; pero hubo en la misma red otro triángulo muy notable por su gran tamaño, tan notable que quizás sea el mayor que jamás se haya encontrado en red geodésica, y del cual solamente se midieron dos ángulos. No era este triángulo eslabón principal de la cadena, sinó más bien auxiliar de ella; por lo cual es disculpable que no se observara su tercer ángulo; pero siempre es lástima que no se aprovechara esta ocasión extraordinaria de medir por completo un triángulo tan hermoso, casi equilátero, cuyo exceso esférico pasa de dos minutos, cuyos lados son de unos 230 kilómetros, y que proximamente abarca tanto territorio como algunas naciones europeas. Sus vértices se apoyan en las cimas de los elevados picos *Piloto* y *Wheeler* y el *Monte Nebo.* La observación en Wheeler que se omitió, aunque fué estación para medir otras *direcciones,* inclusa la de *Monte Nebo,* hubiera completado la medición de tan colosal triángulo y contribuído además á aumentar la exactitud en la série *Nevada.*

Para que se pueda formar una idea de la precisión que corresponde á toda la magnitud del arco de paralelo medido, se exponen á continuación los errores probables de la parte de arco que corresponde á cada una de las once *series:*

Nombres de las series	Error medio de los ángulos resultantes	Error probable del trozo de arco
Orilla oriental..	± 1″,51	± 2,10 metros
Allegheny.	0, 96	3,46
Ohio.	0, 93	1,63
Indiana.	0, 72	1,04
Illinois.	0, 73	1,16
Missouri..	1, 39	1,85
Missouri-Kansas.	0, 73	2,20
Kansas-Colorado..	1, 04	4,42
Montañas Roqueñas.	0, 66	2,95
Nevada.	0, 47	3,11
Sierra Occidental.	1, 40	1,13
		25,07

El error probable de todo el arco, comprendiendo en él los de las once *series* que se acaban de mencionar y los correspondientes á los pequeños intervalos entre las séries, que pertenecen á las *redes de base,* es ± 26,2 metros, esto es, $\frac{1}{161000}$ del arco total, ó sean ± 6,2 milímetros por kilómetro.

El error de 26,2 metros en toda la magnitud del arco es tan pequeño, cuando se considera su valor relativo, que bastaría variar la latitud 1″,59 para obtener igual variación de 26,2 metros en el arco; y ya se sabe que la latitud es siempre un dato incierto, por buenas y numerosas que sean las observaciones astronómicas, puesto que todas dependen de la dirección de la plomada, cuyos *desvíos* absolutos son incógnitos.

También se comprende la pequeñez de aquel error, cuando se considera que los elipsoides de Bessel y de Clarke, que se tienen con razón por muy próximos á la verdad, dan como magnitud del arco transcontinental, valores que difieren entre sí 615 metros.

CÁLCULOS

Las bases, referidas todas al metro prototipo internacional y corregidas como de costumbre, fueron reducidas al nivel medio del mar. Al mismo nivel se redujo también la mayor parte de las *direcciones horizontales* resultantes de la

observación, por medio de conocida fórmula que más adelante será ocasión de recordar.

La práctica en cada una de las estaciones geodésicas fué la medición del ángulo formado por la visual inicial y la visual dirigida á cada uno de los *objetos* propuestos, mediante el teodolito debidamente nivelado y en determinada posición de su círculo. Los valores así obtenidos por dos vueltas al horizonte en cada una de las 17 posiciones que se solía dar al círculo, y contados siempre en la misma dirección que los azimutes, esto es, según el movimiento de las manillas de un reloj, toman el nombre de *direcciones horizontales* ó simplemente *direcciones*, y constituyen una serie.

Los resultados de las distintas series se sometían después al *ajuste local* ó *de estación*, por medio de los mínimos cuadrados, según el método de Bessel (*Gradmessung in Ostpreussen etc. por F. W. Bessel, Berlin, 1838.*)

Se exceptuaron de esta marcha general tres redes de base, en las cuales se midieron directamente los *ángulos horizontales*, por ser un teodolito repetidor el instrumento empleado para la observación.

Las diferencias entre cada dos *direcciones* resultantes de una estación, después de reducidas como queda explicado, representan en la Memoria norteamericana los valores de los *ángulos horizontales* que, como esferóidicos, figuran en las redes de triángulos, en donde se someten á nueva compensación ó *ajuste de figura* por el método de los mínimos cuadrados. Este ajuste se hace por separado en cada una de las *series* ó cadenas de triángulos que ligan á dos redes de base adyacentes, obligando á los ángulos á que satisfagan las condiciones geométricas y á que resulten conformes entre sí los valores de las dos bases.

El error probable de una sola observación de *dirección horizontal*, en las redes de base, osciló entre $\pm$ 0″,51 y $\pm$ 1″,52, con un valor promedio de $\pm$ 0″,87. En las cadenas de triangulación el mismo error estuvo generalmente comprendida entre $\pm$ 0″,60 y $\pm$ 1″,20, con algunos valores extremos entre $\pm$ 0″,47 y $\pm$ 2″,19, y un valor promedio de $\pm$ 0″,86. En las observaciones de fechas recientes esta medida de la exactitud fué regularmente una mitad de la obtenida en las observaciones más antiguas.

Al error probable de $\pm$ 0″,87 que, para una sola observación de *dirección horizontal*, se halló como valor promedio, corresponde $\pm$ 1″,22 como error probable del ángulo deducido de una sola observación, y siendo por lo común 17 las observaciones en cada estación, el error probable de cada *dirección* resultante debiera ser en el promedio $\pm$ 0″,21, y el de cada ángulo $\pm$ 0″,30; pero no sucede así, según vamos á ver por la recopilación final, quizás á causa de algún error sistemático.

Las compensaciones hechas en las redes de base acusan un error medio en los ángulos deducidos de la observación, que tiene por límites $\pm$ 0″,51 y $\pm$ 1″,72; y las compensaciones hechas en las *series* ó cadenas parciales dan un resultado se-

mejante, comprendido entre ± 0″,47 y ± 1″,51; pero en el resúmen final, deducido de los promedios generales, el error probable de una *dirección* resultante es ± 0″,44, y el ERROR MEDIO DE UN ÁNGULO HORIZONTAL RESULTANTE ES ± 0″,77.

Y ahora, al entrar de lleno en el relato de alguno de los cálculos del hermoso volúmen que venimos examinando, séame permitido proceder con más lentitud que en la precedente reseña de las observaciones, ya que no puedo aprobar (por juzgarla menoscabada) la reducción de algunas de las más hermosas, con pérdida de la estimación y lucimiento que á mi juicio merecen. Y como el asunto es delicado, procuraré expresarme con toda claridad, en cuanto disienta del respetable *Coast and Geodetic Survey* de los Estados Unidos de América.

Muy sabido es que el cálculo de los triángulos esferóidicos se realiza por una ampliación del teorema de Legendre. Este teorema, por sí solo, establece que *todo triángulo esférico pequeño se puede calcular como plano, de iguales lados, restando á cada ángulo el tercio del exceso esférico.* También está demostrado que todo triángulo esferóidico pequeño, formado entre tres puntos del elipsoide de referencia, ó sea sobre el nivel medio del mar, *es equivalente á un triángulo esférico de iguales lados, perteneciente á una esfera osculatriz en el centro de gravedad del triángulo;* y cuando se sustituye uno por otro, se suele suponer que los ángulos de ambos triángulos son también iguales, lo cual nunca es cierto en rigor; pero se admite sin error notable en las triangulaciones ordinarias, cuyos lados casi nunca pasan de 60 kilómetros. De aquí se origina la extension ó ampliación que se suele dar al teorema de Legendre, según la cual *todo triángulo esferóidico pequeño se puede calcular como plano de iguales lados, restando á cada ángulo el tercio del exceso esférico de un triángulo esférico de iguales lados, perteneciente á una esfera osculatriz en el centro de gravedad del triángulo,* teorema que se expresa por la fórmula

$$\varepsilon = \frac{\mu\, a\, b\, \sin C_p}{2 \sin 1''}$$

Para la inteligencia de esta fórmula y de todas las que se expongan màs adelante, sirvan de explicación las anotaciones siguientes:

A_g, B_g, C_g	son los ángulos geodésicos de un triángulo esferóidico,
A_e, B_e, C_e	los ángulos del triángulo esférico equivalente,
A_p, B_p, C_p	los del triàngulo plano que le sustituye,
A_h, B_h, C_h	los ángulos horizontales sobre el elipsoide hipotético,
a, b, c	los lados opuestos del triángulo expresados en metros,
ε	el exceso esférico ó esferóidico expresado en segundos,

ρ_m el radio de curvatura del meridiano, en el punto que se considere, expresado en metros,

ρ_n el radio de curvatura de una sección perpendicular al meridiano en el mismo punto y expresado igualmente en metros.

α, β, γ las medidas de curvatura correspondientes á los tres vértices, expresadas en la forma $\frac{1}{\rho_m \rho_n}$,

$\mu = \frac{\alpha+\beta+\gamma}{3}$ la correspondiente al centro de gravedad del triángulo, igual á la de la esfera osculatriz en dicho punto.

ω el azimut astronómico, contado desde el Sur, de 0° á 360°, en la dirección que siguen las manillas de un reloj,

s la distancia entre la estacion y el objeto, expresada en kilómetros,

k la constante de la refracción, cuyo valor se supone igual á 0,13,

φ la latitud geográfica de una estación, positiva cuando es norte,

φ_m la latitud geográfica media de una recta entre dos estaciones,

φ_r la latitud reducida de una estación,

φ_1, φ_2, φ_3 las latitudes reducidas de los vértices *A, B, C,* de un triángulo,

s_m la diferencia en latitud entre la estación y el objcto, expresada en metros,

e la excentricidad de meridianos en el elipsoide hipotético,

h_o, h_e las altitudes del objeto y de la estación, expresadas en metros,

$\omega_{1,2}$, $\omega_{1,3}$, etc. los azimutes astronómicos de las direcciones *AB*, *AC*, etc.

Nota: los números 1, 2, 3, y las correspondientes letras *A, B, C,* han de suponerse colocadas sobre los vértices del triángulo, en el mismo orden cíclico en que se cuentan los azimutes y en que marchan las manillas de un reloj.

τ es un coeficiente numérico, cuyo valor es $\frac{282077}{10^{17}}$, calculado por los valores del elipsoide de Bessel,

σ el area del triángulo plano, igual á $\frac{1}{2}\, a\, b \operatorname{sin} C_p$.

Sentado ya que la ampliación del teorema de Legendre, tal como la sintetiza la fórmula antes expuesta, solo sirve para triángulos relativamente pequeños, de aquéllos que suelen medirse en las redes y cadenas usuales y corrientes, será preciso hacer alto cuando llegue el caso de triángulos extraordinariamente grandes, detenerse á considerar aquella parte convencional que sirvió para el fundamento de la ampliación, y formar justa idea de cual y cuanto puede ser su alcance. Y bien pronto se vé que ni la fórmula antedicha expresa entonces el

exceso del triángulo esférico equivalente, ni los ángulos horizontales deducidos de la observación pueden ya confundirse con los ángulos del triángulo esferóidîco, ni cabe ya considerar como iguales á éstos con los del triángulo esférico, ni finalmente, las diferencias entre los últimos y los ángulos del triángulo plano equivalente son ya iguales entre sí é iguales al tercio del exceso esférico, pues éste, según veremos, se divide entonces en tres porciones desiguales que es preciso sustraer de los ángulos del triángulo esférico para obtener los del triángulo plano equivalente. De los cuatro estudios cuyo esbozo trazan las cuatro negaciones anteriores, la Memoria americana no refiere mas que dos, el primero y el último, haciendo caso omiso del segundo y tercero, de los que ni por alusión ó referencia dice una palabra. Para el primero y el último, en el caso de triángulos gigantescos, presenta las fórmulas que van á continuación y que son las correspondientes al exceso del triángulo esferóidico, cuando se le considera como esférico por la hipótesis de que las medidas de curvatura α, β, γ, relativas á los tres vértices, sean iguales entre sí.

$$\varepsilon = \frac{\sigma\,\mu}{\sin 1''}\left(1 + \frac{\mu\, m^2}{8} + \cdots\right)$$

$$m^2 = \frac{1}{3}\,(a^2 + b^2 + c^2)$$

$$A_e - A_p = \frac{\varepsilon}{3}\left[1 + \frac{\mu}{20}\,(m^2 - a^2)\right]$$

$$B_e - B_p = \frac{\varepsilon}{3}\left[1 + \frac{\mu}{20}\,(m^2 - b^2)\right]$$

$$C_e - C_p = \frac{\varepsilon}{3}\left[1 + \frac{\mu}{20}\,(m^2 - c^2)\right].$$

Las fórmulas que dan el valor de ε han sido las adoptadas para el cálculo de los excesos esféricos en los grandes triángulos, pero las tres últimas fueron desechadas, porque habiéndolas aplicado como ensayo á uno de los mayores triángulos, resultaron las tres diferencias iguales entre sí hasta la tercera cifra decimal del segundo.

Como además de las dos omisiones que acabo de indicar y que, por lo menos, son omisiones de referencia, he encontrado otras de parecida índole en la Memoria norteamericana, difíciles de explicar, voy á recopilar aquí todas las correcciones que la Geodesia superior estudia, prepara y reserva precisamente para estos casos extraordinarios de largas visuales y grandes altitudes, y entre ellas señalaré cuales son las que dicha Memoria ha utilizado, ó por lo menos, evaluado su importancia, cuales son las que ha omitido y cuanto es su alcance.

CORRECCIONES

Para la mejor inteligencia del asunto no estará de más recordar aquí algunos fundamentos y denominaciones convencionales entre los geodestas.

En las triangulaciones geodésicas medimos siempre los ángulos por medio de visuales, cada una de las cuales queda definida por sus dos puntos extremos: el punto orígen de la visual se llama *estación*, y el extremo opuesto, adonde aquélla se dirige se llama *objeto*.

Cuando desde una estación *A* se visan consecutivamente dos *objetos B* y *C*, mediante el instrumento previamente nivelado, lo que se mide es el ángulo diedro formado por los dos planos que pasan respectivamente por los puntos *B* y *C* y se intersecan en la vertical de la *èstación*. Las comunes secciones de ambos planos con el horizonte sensible forman un ángulo plano, que es medida del diedro indicado; medida que la graduación del círculo horizontal del instrumento revela; y por todo ello es y se designa el ángulo observado con el nombre de *ángulo horizontal*.

Los dos planos susodichos ocasionan en el elipsoide hipotético otras tantas secciones llamadas *secciones verticales*, que generalmente son elipses. Cuando son varios los objetos visados desde una estación, es costumbre elegir una visual como orígen de la medida de los ángulos; comunmente es la dirigida á una marca azimutal que se situa con este fin, y entonces los ángulos medidos desde esta visual se llaman *direcciones horizontales* de los objetos, y las diferencias entre cada par de estas direcciones son los llamados *ángulos horizontales*.

Entre dos puntos *A* y *B* de la superficie del elipsoide hay dos *secciones verticales;* una causada por el plano que pasa por la vertical de *A* y contiene á *B*, y la otra por el plano que pasa por la vertical de *B* y contiene á *A*: ambas son elipses en dos planos distintos y no tienen de común entre sí mas que la cuerda *AB* en que se intersecan; pero sus respectivos arcos *AB* sobre la superficie del elipsoide tienen distintas direcciones, y aún puede calcularse su máximo desvío y el ángulo que entre sí forman, por fórmulas *ad hoc* que ofrece la Geodesia.

A mas de las *secciones verticales*, otras líneas se consideran sobre la superficie del elipsoide entre dos puntos dados *A* y *B*: una de ellas, y la más interesante, es la llamada *línea geodésica*, la más corta de las que se pueden trazar sobre la superficie entre uno y otro punto. Esta línea en ambos extremos se separa de la correspondiente *sección vertical* desde los primeros elementos; y á su azimut se le llama *azimut geodésico* del objeto, para distinguirlo del azimut de la *sección vertical* que es el *azimut astronómico* del mismo. Mas adelante se expondrá la fórmula adecuada para el cálculo de la pequeña diferencia entre uno y otro azimut, y para pasar por consiguiente, del *astronómico*, único que

proporciona la observación directa, al *geodésico,* que es el necesario para el cálculo de la triangulación esferóidica.

Otra línea que se suele considerar entre dos puntos de la superficie del elipsoide es la llamada *curva de alineación,* en la cual se verifica que los azimutes de sus extremos, observados desde uno cualquiera de sus puntos intermedios, difieren 180 grados entre sí. Coincide esta curva en su primer elemento del punto *A* con la *sección vertical* causada por el plano vertical de *A* que pasa por el punto *B;* y coincide en su último elemento del punto *B* con la *sección vertical* causada por el plano vertical de *B* que pasa por el punto *A;* por consiguiente, su azimut en ambos extremos es siempre el mismo *azimut astronómico* que en ellos se observa; y el ángulo formado por dos curvas de alineación es igual al *ángulo horizontal.*

Entre dos puntos de la superficie terrestre que están á la vista uno de otro, las *secciones verticales,* la *curva de alineación* y la *línea geodésica* son prácticamente iguales en magnitud, aunque teóricamente la última sea la menor. Entre tres puntos de las mismas condiciones pueden formarse triángulos esferóidicos con cualesquiera de estas líneas, y resultarán de lados practicamente iguales; pero sus ángulos y sus áreas serán esencialmente distintas. Cuando se trata de triangulaciones corrientes estas diferencias son de tan poca monta que pueden despreciarse; mas cuando se trata de triángulos extraordinariamente grandes, es menester adoptar nuevos derroteros ó demostrar al menos, que ni aún venialmente se comete pecado contra la exactitud y el rigor matemáticos, al conservar las fórmulas usuales.

La Memoria norteamericana, cuando se refiere á los triángulos de grandes dimensiones, ni aún nombra siquiera las *líneas geodésicas,* ni los *ángulos* ó *triángulos geodésicos,* que son los obligados y clásicos en esas triangulaciones extraordinarias: únicamente habla de triángulos esferóidicos, formados por *curvas de alineación,* cuyos ángulos son iguales á los *horizontales,* olvidando al parecer que la ampliación antes indicada del teorema de Legendre, se refiere nada mas que al *triángulo geodésico* formado por *líneas geodésicas;* pero no á ningún otro que esencialmente le sea distinto. De este modo conserva la Memoria en las triangulaciones colosales los mismos acostumbrados procedimientos de las ordinarias, consiguiendo tan solo una economía de trabajo en los cálculos, pequeñísima si se compara con la magna tarea de los trabajos de campo, y á costa de la exactitud y primor en los resultados.

Parece una tendencia casi general en la raza anglo-sajona el adoptar la *curva de alineación* y repeler la *línea geodésica,* para la formación de los grandes triángulos esferóidicos. Siendo la primera línea una aproximación y la segunda la exactitud, cuando á los triángulos formados por ellas se les aplica el teorema ampliado de Legendre, base y fundamento de todo cálculo de red; admira que, al tratarse de triángulos de extraordinario tamaño, se opte por la primera con el fin de buscar pequeños alivios en los cálculos, toda vez que esta-

mos habituados á ver siempre en las aplicaciones de las ciencias matemáticas, y aún en esta misma que analizamos, derroche de extensísimos y complicados cálculos con el único objeto de acercarse algo más, por poco que sea, á la exactitud y precisión en cada resultado parcial.

Y estas apreciaciones, que tal vez pudieran parecer exageradas, las comparte y confirma un autor de la misma raza y de gran concepto, el coronel inglés A. R. Clarke, que en la página 124 de su obra titulada *Geodesy*, dice lo que traduzco á continuación:

«La línea geodésica ha ocupado siempre lugar más importante en la Ciencia »de la Geodesia entre los matemáticos del continente (*europeo*) que el que le han »asignado en los cálculos de las triangulaciones inglesa é indiana *(y por lo que »ahora se vé, también en la norteamericana*). En estas, ciertamente se le ha »condenado al olvido, por una parte con motivo de que los grandes arcos medi»dos están en la dirección del meridiano—el cual es una línea geodésica—y por »otra, á causa de que los ángulos actuales de un triángulo geodésico nunca pue»den ser observados, puesto que, como más adelante veremos, el azimut de una »geodésica, al arrancar desde un punto *A* hácia un punto *B*, es diferente del »azimut astronómico de *B* hácia *A*. *(Será errata: de A hácia B debe querer »decir*)..... Puede también demostrarse que el cálculo de triángulos esferóidi»cos como esféricos, solamente es correcto después de la reducción de los ángulos »observados á ángulos geodésicos, que son los ángulos comprendidos entre las »líneas geodésicas que unen á los tres vértices. La diferencia, por muy pequeña, »ha sido generalmente despreciada, cuando tales triángulos tienen por vértices »puntos de la superficie terrestre mutuamente visibles; pero de esta práctica no »debe deducirse que las líneas geodésicas no tengan lugar preciso que ocupar en »la Geodesia. La extremada precisión que ahora se alcanza en mediciones de ba»ses y ángulos, y las vastas extensiones de territorio que hoy se cubren de trian»gulaciones, son dos motivos suficientes para no considerar como supérflua la »consideración de todo refinamiento, por pequeño que aparezca.»

Dejando por ahora este asunto, cuyas consecuencias habremos de apreciar más adelante por medio de fórmulas algebráicas, voy á proceder ya á la exposición de las distintas correcciones que corresponden á las *direcciones* y á los *ángulos horizontales* procedentes de la observación.

La elevación del *objeto* sobre el nivel del mar ocasiona una corrección que se debe aplicar á la *dirección horizontal* observada, para obtener la que se hubiere hallado, al ser posible dirigir la visual á la proyección del *objeto* sobre el nivel del mar. Esta corrección, independiente de la altitud de la estación y casi independiente de la distancia entre la estación y el objeto, se obtiene con suficiente aproximación, expresada en segundos, por la fórmula que va á seguida y que en rigor tiene otro término en función de la distancia, pero tan pequeño que debe despreciarse.

$$\frac{e^2 h_0 \sin 2\omega \cos^2 \varphi}{2 \rho_n \sin 1''}$$

Para el paralelo de 39 grados y el elipsoide de Clarke (de 1866), esta expresion se convierte en

$$0''.\ 000\ 066\ h_0 \sin 2\omega.$$

El cálculo de la triangulación americana contiene la corrección antedicha, aunque incompletamente, pues hay series de triangulación en que aplica las *reducciones al nivel del mar,* (nombre que da á esta corrección) á todas las *direcciones horizontales,* por mas que en alguna la corrección sólo monte á 0″,002, mientras que en otras séries no aplica ninguna de estas correcciones, aunque alguna de ellas debiera subir á 0″, 090.

Las diferencias entre los ángulos de un triángulo geodésico y los del esférico equivalente, para hacer rigorosamente la aplicación del teorema ampliado de Legendre, se obtienen por las fórmulas

$$A_g - A_e = \frac{\varepsilon}{12\,\mu}(\alpha - \mu)$$

$$B_g - B_e = \frac{\varepsilon}{12\,\mu}(\beta - \mu)$$

$$C_g - C_e = \frac{\varepsilon}{12\,\mu}(\gamma - \mu).$$

Ya se indicó anteriormente que la Memoria americana omitió estas correcciones, necesarias para pasar del triángulo geodésico al esférico equivalente. ¿Y cómo no las había de omitir si hizo caso omiso, en absoluto, de los triángulos formados por *ángulos geodésicos,* que son los únicos á que se refiere la ampliación del teorema tantas veces citado?

Escaso es el valor de estas correcciones, pero no desatendible cuando se conserva en los cálculos la tercera cifra decimal del segundo para los ángulos.

Si, como ejemplo, se aplican estas fórmulas al triángulo allí medido

Pilot Peak.—Mt. Nebo.—Wheeler Peak.

se halla

$$A_g - A_e = -0''{,}0026$$
$$B_g - B_e = +0''{,}0001$$
$$C_g - C_e = +0''{,}0022.$$

Sabido es que la diferencia entre las velocidades de rotación del lugar en que se observa y del *objeto* produce en la visual un pequeño desvío que se denomina *aberración terrestre*. La corrección que corresponde se halla por la fórmula siguiente, expresada en fracción de segundo:

$$\frac{s_m \sin \varphi_m \cos \omega}{20554260}.$$

Aplicando esta fórmula á la visual

Pilot Peak—Wheeler Peak.

se halla que su corrección por *aberración terrestre* es — 0″, 007.

Otro desvío produce la *refracción lateral,* cuya corrección, tambien expresada en fracción de segundo, se obtiene por la fórmula

$$\frac{28\, s^2 k \cos^2 \varphi_r \sin 2\, \omega}{10^7}.$$

Si como ejemplo se aplica la anterior fórmula á la estación *Round Top*, se obtiene

para la dirección	*Round Top — Mocho*	+ 0″, 008
y para la dirección	*Round Top — Mt. Conness.*	— 0, 002.

y por consiguiente, á causa de la *refracción lateral normal*, corresponde al ángulo

Mocho—Round Top — Mt. Conness, la corrección + 0″, 010 .

Finalmente, es necesario el conocimiento de los *ángulos geodésicos,* como ya queda repetido, para de ellos obtener primeramente los esféricos y luego los planos, que son los que han de figurar directamente en los cálculos de la triangulación. Y para llegar á conocer los geodésicos es preciso aplicar á los *ángulos horizontales* deducidos de la observación, las correcciones que se expresan en fracciones de segundo por las fórmulas siguientes:

$$A_g - A_h = \tau \cos^2 \varphi_1 \left(c^2 \sin 2\, \omega_{1.2} - b^2 \sin 2\, \omega_{1.3}\right)$$
$$B_g - B_h = \tau \cos^2 \varphi_2 \left(a^2 \sin 2\, \omega_{2.3} - c^2 \sin 2\, \omega_{2.1}\right)$$
$$C_g - C_h = \tau \cos^2 \varphi_3 \left(b^2 \sin 2\, \omega_{3.1} - a^2 \sin 2\, \omega_{3.2}\right)$$

Cada uno de los términos del segundo miembro de estas ecuaciones repre-

senta la diferencia entre los azimutes geodésico y astronómico del lado á que se refiere. Aplicadas estas expresiones al triángulo.

Mount Nebo—Wheeler Peak—Pilot Peak ,

se halla para el ángulo cuyo vértice es Mount Nebo,

$$A_g - A_h = 0'',0652 + 0'',0889 = 0'',1541.$$

La Memoria americana no aplica ninguna de las cuatro clases de correcciones que se acaban de referir, á saber, por aberración terrestre, por refracción lateral normal, por reducción de ángulos horizontales á ángulos geodésicos, y por reducción de ángulos geodésicos á ángulos esféricos; ni siquiera hace la menor mención de ellas en ninguna de sus 871 páginas. Y causa mayor sorpresa esta omisión, cuando se considera que de las once *series* de triángulos en que la región del arco transcontinental se divide, en las nueve que no necesitan de estas correcciones por ser de ordinaria magnitud sus triángulos, y cuyos ángulos, por no necesitar correcciones debieran considerarse como los más exactos, no se conserva sin embargo á sus valores mas que dos cifras decimales del segundo; mientras que en las dos *series* restantes, en que hay triángulos de dimensiones gigantescas, y á cuyos ángulos se niega estas correcciones, cuando precisamente, por su especial índole, son los únicos que las reclaman, se les conserva cuidadosamente hasta la tercera cifra decimal del segundo, como si fueran mas dignos de crédito que los otros; siendo evidente, por los ejemplos anteriores, que la supresion de tales correcciones es un atentado contra esa tercera cifra, y aun contra la segunda y la primera; atentado que les arrebata por completo todo carácter de fidedignas.

¿Porqué los ángulos de las dos triangulaciones colosales figuran en los cálculos con 3 cifras decimales del segundo, mientras que los ángulos de las nueve triangulaciones ordinarias figuran con 2 cifras solamente, siendo todas las cifras decimales de aquéllos menos fidedignas que las que se conservan en éstos? No se ve que pueda haber más motivo que el de dar una apariencia de fundamento á la evaluación de los lados en metros y centímetros, tanto en unas como en otras triangulaciones, cuando en realidad es tan incierto el centímetro de los triángulos grandes, como el milímetro de los pequeños. ¿Porqué se omiten las correcciones que quedan indicadas y no se dice el motivo que hubo para suprimirlas, ni se da conocimiento de su existencia, ni se analiza la importancia que puedan tener para los grandes triángulos? No se entrevé modo de contestar satisfactoriamente á esta pregunta en todas sus partes, ni concibo que pueda haber explicación suficiente para abarcarla toda. Pequeñas son, sin duda, las correcciones omitidas y escasa su trascendencia; pero hay evidente falta de equidad en aplicar correcciones tan pequeñas como 0'', 002, por reducción al nivel del mar, según se vé,

por ejemplo, en la dirección horizontal *Mt. Helena—Monticello*, y suprimir á la vez correcciones tan grandes como 0″, 154, según ocurre con alguna de las que se acaban de señalar. Toda corrección por pequeña que sea, debe aplicarse, siempre que afecte á alguna de las cifras conservadas como aproximación. No se puede aceptar el argumento que algunos emplean de ser lícito suprimir á capricho del calculador, toda corrección inferior al error probable de la magnitud observada, á no ser que se supriman también las cifras decimales que pudieran ser afectadas por tal concepto. Pero cuando estas cifras se conservan, cuando estas direcciones observadas y estos ángulos medidos están destinados á figurar como testigos en el juicio llamado *compensación* ó *ajuste de figura*, en donde el criterio para formular sentencias ha de ser dictado por las reglas y leyes del cálculo de probabilidades, y matemáticamente fundado en las declaraciones numéricas que aquellos testigos presten; cuando todo ese algoritmo matemático tiene por base única la hipótesis de que las declaraciones de los testigos pueden venir sobrecargadas implícitamente de cuanto error fortuito ó eventual quepa en la observación, pero descargadas en absoluto de todo error sistemático, fijo, conocido ó corregible; debo creer y creo que cualquier corrección por pequeña que sea, se ha de aplicar, y cualquier error conocido, por insignificante que aparezca, se ha de corregir, aunque sólo sea con la mira de que los datos aportados á la compensación lleguen despojados, en cuanto es posible, de todo error sistemático, y concurran en debida forma á prestar su declaración testimonial, con arreglo á derecho.

Por otra parte, las excepcionales circunstancias de esas gigantescas triangulaciones de *Sierra Nevada* y las *Montañas Roqueñas*, por lo mismo que rarísima vez se presentan en la Historia de la Geodesia, merecen ser solemnizadas con especial tratamiento y no manipuladas por los medios vulgares de las triangulaciones ordinarias. Y como en ocasion semejante, y por casi idéntico motivo, dediqué en 1894 algunas palabras al *Enlace geodésico de Argelia con España*, no será inoportuno su traslado aquí, como va á continuación:

«Si esta triangulación colosal es un acontecimiento científico, que por sus »excepcionales condiciones dejará memoria perpetua entre los geodestas y será »citado en las obras de texto, como menos fundadamente lo es el enlace de las »Baleares con España, practicado por Biot y Arago á principio del siglo XIX; si »para el logro de esta gigantesca medición, sabios directores, distinguidos oficia»les y centenares de ayudantes dedicaron durante años los unos su ciencia, todos »sus afanes, sufriendo privaciones, corriendo peligros, viviendo entre tempes»tades, helados por temperaturas polares, amenazados, ya del rayo, ya de quedar »cercados por la nieve, y experimentando prolongadas ansiedades por el temor »de no alcanzar el objeto deseado; si los más ilustres matemáticos de un siglo »acá, los Bessel, Gauss, Hansen, Legendre, Meissel, Grunert, Zacharie, Baeyer, »Bremiker, Delambre, Winterberg, Bachoven, Christoffel, Jordan, Weingarten, »Andræ, Sonderhof, Schlömilch, Clarke, Albrecht, Helmert y otros, han destilado

»sus ingenios para darnos procedimientos y fórmulas de gran rigor y exactitud, »que nunca habían de encontrar aplicación en la práctica cotidiana, únicamente »en la prevision de un caso tan extraordinario y raro como el que nos ocupa; si »los más recientes descubrimientos y adelantos, ayudados por la perfeccionada »industria, han proporcionado especiales instrumentos de precisión y potentes »aparatos lumínicos que, no sólo han hecho posible la titánica empresa, sino »también son una garantía de la mayor exactitud en las operaciones practicadas; »si finalmente, se han empleado cuantiosas sumas en la ocupación de aquellas »elevadas simas con el exclusivo objeto de llevar á cabo la medición de ángulos »en la forma más exacta á que hoy se puede aspirar; necesario y lógico es, que »el calculista, sentado cómodamente en el atemperado gabinete, y sin correr »riesgos ni peligros, manipule estas observaciones de una manera tal, que su »obra encaje armónicamente dentro del hermoso cuadro de potentes esfuerzos »antes bosquejado: es indispensable que no emplee los medios rutinarios y »corrientes de las triangulaciones comunes; que no se escude en que los errores »despreciados son pequeños y escasa su influencia en los resultados; que utilice »los procedimientos analíticos mas rigorosos, las fórmulas más exactas puestas »por los autores á su disposición, precisa y exclusivamente para la ocurrencia de »casos tan extraordinarios como el actual; que se coloque, en una palabra á la »altura de las circunstancias, y corresponda en digna forma á la grandeza de los »precedentes, cuya continuación y complemento se le confió.»

Para ilustrar con un ejemplo todo lo anteriormente indicado sobre triángulos geodésicos y sus referencias, voy á presentar á continuación los elementos de un gran triángulo, mayor ciertamente que todos los que se pueden encontrar en la práctica entre pnntos mutuamente visibles entre sí, y propio por lo mismo para poner de relieve todas las diferencias mencionadas.

El triángulo está tomado de un ejemplo de Bremiker, y tiene sus vértices en Berlin, Königsberg y Viena.

	Latitud geográfica	Latitud reducida	Longitud oriental de Berlín
Berlin.	52° 30′ 16″,7	52° 24′ 43″,01137	0° 00′ 00″
Königsberg. .	54 42 50,6	54 37 24 , 75639	7 06 00
Viena.	48 12 35,5	48 06 52 , 27604	2 59 06

		Azimutes astronómicos			Azimutes geodésicos		
Berlin.	K.	239°	33′	00″,9324	239°	33′	00″,6889
	V.	334	52	05 , 5837	334	52	05 , 8107
Königsberg. . .	V.	23	11	41 , 9353	23	11	41 , 5017
	B.	65	16	09 , 5806	65	16	09 , 3650
Viena.	B.	157	10	06 , 9817	157	10	07 , 2216
	K.	199	58	13 , 8865	199	58	13 , 4151

	Ángulos horizontales			Ángulos geodésicos		
Berlin.	95°	19′	04″,6513	95°	19′	05″,1218
Königsberg	42	04	27 , 6453	42	04	27 , 8633
Viena	42	48	06 , 9048	42	48	06 , 1935
Sumas. . .	180	11	39 , 2014	180	11	39 , 1786

	Ángulos esféricos			Ángulos planos		
Berlin.	95°	19′	05″,1314	95°	15′	12″,1343
Königsberg.. . . .	42	04	27 , 9016	42	00	34 , 8097
Viena	42	48	06 , 1456	42	44	13 , 0560
Sumas. . .	180	11	39 , 1786	180	00	00 , 0000

	Longitud en metros	Logaritmos
Lado KV.	777 670 , 6326	5,8907956989
Lado VB.	522 656 , 1394	5,7182160362
Lado VK.	529 979 . 5784	5,7242591353
Cuerda KV	777 188 , 6940	5,8905264742
Cuerda VB.. . . .	522 509 , 7955	5 7180944366
Cuerda BK.. . . .	529 827 , 5933	5,7241345725.

Si se considera en este ejemplo en vez del triángulo geodésico, el triángulo esferóidico formado por las *curvas de alineación*, como hace con los suyos la Memoria americana, se tendrá que los ángulos de este nuevo triángulo serán los mismos *ángulos horizontales* anteriormente mencionados. El exceso esférico no será ya

$$11' \ 39'', 1786;$$

sino

$$11' \ 39'', 2014,$$

y los ángulos del triángulo plano equivalente, serán los que van á continuación:

	Angulos planos erróneos
Berlín.	95° 15′ 11″,5842
Königsberg.. . . .	42 00 34 , 5782
Viena.	42 44 13 , 8377.

Calculados los lados por medio de estos ángulos planos erroneos, bajo la hipótesis de conservarse el mismo el lado *BK,* resultan

	Longitud en metros	Logaritmos
Lado KV.	777 667 , 6349	5,8907940218
Lado VB.	522 653 , 3446	5,7182137336
Lado BK.	529 979 , 5784	5,7242591353.

DETERMINACIONES ASTRONÓMICAS Y SU COTEJO CON LAS GEODÉSICAS

En 109 estaciones razonablemente repartidas por la zona triangulada, se determinó astronómicamente la latitud, empleando casi en todas el método de Talcott. Algunas de estas determinaciones datan del año 1846, fecha en que ya se reconocía el gran valor práctico del método micrométrico á que se dió el nombre de Horrebow-Talcott; pero esta opinión se ha confirmado y robustecido más adelante por la práctica cada día más perfeccionada, por las mejoras en los

catálogos de estrellas y por el uso de dobles y muy sensibles niveles de aire, aplicados al instrumento de observación.

El sector zenital de Airy solamente se empleó en 6 determinaciones de latitud por los años de 1850 y 1851, y después fué abandonado por la dificultad de su transporte y por habérsele encontrado un error sistemático, según el cual las latitudes determinadas por estrellas culminantes al norte del zenit, resultaban mayores que las determinadas por estrellas culminantes al sur.

Las observaciones por el método de Horrebow-Talcott se hicieron por medio de tres clases de instrumentos, á saber, anteojos zenitales, anteojos de paso y anteojos meridianos. En los anteojos zenitales, que fueron los de más antigua construcción, 1847-1850, tienen los objetivos 117 centímetros de distancia focal y 76 á 95 milímetros de diámetro útil; la amplificación de los oculares es de 61 á 100; el valor de una división de nivel es de 0″,9 á 2″,2; y á una vuelta de micrómetro corresponden de 43 á 47 segundos. Cuando se compusieron y restauraron estos instrumentos, se les proveyó, como queda indicado, de dos niveles muy sensibles, en vez de uno que antes tenían.

Los anteojos de paso fueron dos, construídos por Troughton and Simms en 1848 y 1849: sus objetivos tienen 117 y 119 centímetros de distancia focal y 70 milímetros de diámetro: la amplificación de los oculares es de 90 y 105: cada división del nivel vale de 1″,6 á 2″,4 y cada vuelta del micrómetro de 41″ á 44″.

Los anteojos meridianos, construídos de 1868 á 1876, tienen objetivos cuya distancia focal es de 66 á 80 centímetros, y sus diámetros útiles son de 50 á 72 milímetros, la amplificación de 43 á 77, cada división del nivel de 0″,7 á 2″,7 y cada vuelta del micrómetro de 60″ á 100″.

Con estos instrumentos se practicaron en distintas épocas las 109 determinaciones de latitud. El número de observaciones en cada estación fué muy variable, pues estación hubo en donde solamente se hicieron 5 determinaciones de latitud, mientras que en otra se hicieron 437; así como hubo estación en donde solamente se observó una noche, y otra en que el período de observación abarcó 53 días. Las estaciones en que se observó una sola noche no fueron más que 4 y en ellas se hicieron de 5 á 17 observaciones de otros tantos pares de estrellas, con resultados cuyo error probable fué de ± 0″,49 á ± 1″,48 para cada determinación aislada, y de ± 0″,12 á ± 0″,66 para el promedio. Descartadas estas 4 estaciones, la permanencia en las 105 restantes fué de 3 ó más noches, el número de observaciones generalmente alrededor de 100, y el número de pares de estrellas observadas, próximamente 20. Algunas veces las observaciones montaron hasta 300 ó 400, y los pares de estrellas hasta 40 ó 50; pero no por esto parece aumentar el grado de exactitud. El error probable de cada determinación aislada oscila entre ± 0″,16 y ± 2″,22, aunque con mucha frecuencia entre ± 0″,40 y ± 0″,80. Y el error probable del promedio en cada estación varía entre ± 0″,03 y ± 0″,23; pero generalmente no sube de ± 0″,09.

Tales resultados confirman la bondad del método, superior indudablemente á cuantos hay conocidos, por el grado de precisión á que conduce, como lo revelan estos errores probables tan pequeños, apesar de lo que contribuyen á aumentarlos las erróneas declinaciones que se introducen en los cálculos, procedentes de los defectuosos catálogos de estrellas que hoy figuran como más dignos de crédito.

Con los potentes anteojos que usan los americanos, y con las reformas introducidas de dobles y muy perfeccionados niveles y de gran afinación en las mediciones micrométricas y en sus estudios prévios, los errores de observación, siempre menores en número y magnitud que los originados por otros métodos, disminuyen cada día más por éste de Talcott: y la exactitud será aún mayor, cuando mejoren como es de esperar, los catálogos de estrellas.

De la observación de azimutes poco hay que requiera mención, por ser bien conocidos los métodos empleados. La mayor parte de las determinaciones astronómicas de azimut, que en su totalidad fueron 73, se obtuvo por observaciones de la Polar en distintos ángulos horarios, y las restantes por la observacion de estrellas circumpolares en las proximidades de la máxima digresion. Los promedios obtenidos para cada estación resultaron afectados de errores probables comprendidos entre $\pm$ 0″,09 y $\pm$ 0″,59; exceptuando uno solo que llegó á $\pm$ 0″,79.

En cuanto á las observaciones de diferencia en longitud, hubo 37 estaciones astronómicas distribuidas por el arco no con excesiva desigualdad; pero algo aglomeradas en ciertos parages. Todas las determinaciones se hicieron por el método del telégrafo eléctrico (norteamericano de orígen, como el de latitud por Talcott) con instrumentos de paso, cronógrafos y cambio de observadores. Cada determinación duró de 6 á 12 días, y los errores probables de los resultados están comprendidos entre $\pm$ 0″,09 y $\pm$ 0″,30. Una sola determinación cuyas observaciones se hicieron en 4 días, resultó con un error probable de $\pm$ 0″,60.

Aquí se nota un progreso en estas determinaciones de longitud por el telégrafo, cuyos errores probables fueron en sus primeras aplicaciones de mayor importancia, mientras que ahora, gracias á los perfeccionamientos introducidos, casi compiten en pequeñez con los hallados para las determinaciones de latitud. Lo mismo aconteció en la Comisión Hidrográfica de España, cuyas determinaciones de longitud posteriores á 1875 tienen errores probables comprendidos entre $\pm$ 0″,17 y $\pm$ 0″,27.

Si bien las estaciones astronómicas de longitud para el arco transcontinental no coincidieron siempre con las geodésicas de la triangulación, por hallarse muchas de estas fuera de línea telegráfica, se hizo posible el cotejo uniendo trigonométricamente cada estación astronómica con la geodésica más inmediata.

Como consecuencia de la rotación de la Tierra, de su figura y de la ley de atracción, la normal esferóidica que pasa por una estación es una línea algo curva y cóncava hácia el polo elevado. La latitud que en dicha estación se observa es el

ángulo que con el ecuador forma la tangente á esta curva en el mismo lugar de la observación, y si este lugar está elevado, la latitud observada necesita una corrección, siempre negativa, para referirla al pié de la normal sobre el nivel medio del mar, corrección que se obtiene en fracción de segundo por la expresión

$$0{,}000\ 171\ h_e \sin 2\varphi$$

Esta corrección fué aplicada á cada determinación astronómica de latitud, siendo su mayor valor —0″,73 en la estación de Uncompahgre de 4356 metros de altitud.

Es este el primer trabajo geodésico en que se haya considerado como variable la latitud observada y se le haya aplicado la correspondiente corrección por *variación en latitud*. Dicha variación empezó á conocerse practicamente en la última mitad del siglo pasado, y es debida á una variación sistemática en el polo de rotación. De aquí se origina una pequeña corrección que necesitan las latitudes y azimutes observados, para llevarlos á sus valores medios, y que en las longitudes puede suprimirse por su poca monta. La corrección mayor que por este concepto se aplicó á una latitud observada fué 0″.27, y á un azimut 0″,34.

El cálculo de los valores geodésicos para las coordinadas geográficas de las estaciones se hizo tomando como orígen una estación intermedia, á la que se dieron valores aproximados de latitud, longitud y azimut, en cierto modo arbitrarios y provisionales, puesto que habían de reformarse después de un primer cotejo entre valores astronómicos y geodésicos, para procurar con la reforma, que los *desvíos de la plomada* de distinto signo resultasen razonablemente compensados en el cotejo final.

Las diferencias en latitud, longitud y azimut de una á otra estación se calcularon por fórmulas aproximadas, como es costumbre en las triangulaciones ordinarias. Al llegar á los grandes triángulos se agregó un término de mayor aproximación á la fórmula de latitud, término que en algún lado llegó á valer 0″,038; pero se continuó considerando cada lado como una *curva de alineación* y empleando en los cálculos el *azimut astronómico*. No presenta la Memoria americana estas fórmulas de modo que pueda formarse juicio de su grado de precisión; pero desde luego puede afirmarse que no son las exactísimas que presenta Andræ en *Den Danske Gradmaaling*, y Helmert en *Die mathematischen Theorieen der Höheren Geodäsie*, basadas sobre la *línea geodésica* y el *azimut geodésico*.

Creo sin embargo que las fórmulas empleadas en los cálculos de diferencias en latitud, longitud y azimut entre las estaciones del arco transcontinental tienen la suficiente aproximación, porque habiendo yo calculado algunas de las dichas diferencias por medio de las fórmulas citadas de Helmert, obtuve resultados que coincidían con los de la Memoria americana ó diferían solamente pocos milésimos de segundo.

Después de tener los valores astronómicos y geodésicos de las coordinadas geográficas correspondientes á diversas estaciones, se procedió á determinar en el cotejo final sus diferencias, que son los *desvíos de la plomada* en latitud y longitud para cada una de dichas estaciones.

Los desvíos en latitud, esto es, en el sentido del meridiano, fueron por consiguiente 109, y resultaron comprendidos entre — 12″,19 y + 9″,78: justamente estos dos valores extremos pertenecen á dos estaciones visibles entre sí y que fueron vértices de un mismo triángulo en la región montañosa. Los signos $\{\pm\}$ indican que el zenit aparente, tal como lo señala la dirección de la plomada, cae hácia el $\left\{\begin{matrix}\text{norte}\\ \text{sur}\end{matrix}\right\}$ del zenit indicado por la latitud geodésica. Los desvíos en latitud generalmente fueron pequeños, pues de los 109 hay 84 cuyo valor absoluto no llega á 5″. Si con ellos se forman 3 grupos por el mismo orden que tienen de oriente á occidente, y se averiguan sus promedios para cada uno de los grupos, resulta

GRUPOS	Promedios
I, estaciones 1 á 19	— 0″,34
II, estaciones 20 á 48	+ 2 , 29
III, estaciones 49 á 109	— 3 , 69

Esto indica que la superficie media del geoide, en la región americana del paralelo 39° tiene una inclinación hácia el norte de 2 á 3 segundos en la vasta estensión del grupo II, y otra contraria hácia el sur de 3 á 4 segundos en la región occidental que cruza las montañas Roqueñas.

Las diferencias entre los azimutes determinados astronómicamente y los calculados por la triangulación geodésica, están comprendidas entre — 24″,03 y + 10″,06. El signo + indica que el azimut astronómico es mayor que el geodésico.

Los más interesantes para el caso presente de medición de arco de paralelo, son los desvíos en el sentido del vertical primario, los cuales resultaron comprendidos entre — 23″,90 y + 22″,50. El signo $\{\pm\}$ quiere decir que el zenit aparente, tal como lo indica la plomada, cae al $\left\{\begin{matrix}\text{oeste}\\ \text{este}\end{matrix}\right\}$ del zenit indicado por la longitud geodésica.

Estos desvíos pueden considerarse como locales ó como continentales. Los primeros dependen de cercanas irregularidades en la corteza terrestre, y los segundos de importantes y extensos cambios de densidad, ó de la cercanía de masas continentales, grandes cordilleras, mesetas elevadas ó profundidades del

mar. Los continentales se caracterizan por ser del mismo signo y de parecida magnitud en grandes areas de territorio.

La amplitud del arco medido resultó

de 48° 46′ 00″,58 por la determinación astronómica, y
de 48° 45′ 36″,35 por la medición geodésica.

La diferencia de 24″,23 puede obedecer á tres causas.

1.ª—Que el elipsoide hipotético, el de Clarke, no represente con exactitud la curvatura del arco.

2.ª—Que la atracción continental ocasione desvíos de contrario signo en las verticales de los extremos del arco.

3.ª—Que tales desvíos sean debidos á atracciones puramente locales.

La primera de estas tres causas posibles pediria un elipsoide de menor dimensión en el paralelo de 39 grados, pero es más evidente que la segunda debe producir la diferencia hallada; y tanto lo es, que *á priori* hubiera podido preverse. En efecto, la vertical de un punto de costa, por el doble motivo de encontrar menos masa y menor densidad hácia el lado del mar; y masas continentales, más ó menos elevadas, por el lado opuesto, debe generalmente inclinar su zenit hácia el lado del mar. Por esta razón, el arco transcontinental que tiene sus extremos en las costas de ambos mares, debe tener abiertas sus verticales extremas, y abarcar por lo tanto mayor amplitud astronómica que geodésica, puesto que la astronómica tiene por fundamento aquellas verticales inclinadas. La costa del Atlántico tiene, en aquel paralelo, muy distantes las grandes profundidades del mar, y también muy distantes las elevaciones terrestres por el lado opuesto; así que su vertical no es de esperar que se incline mucho, mientras que la correspondiente á la costa del Pacífico, en donde las grandes profundidades y las grandes cordilleras están cercanas respectivamente por uno y otro lado, tiene aparentes motivos para inclinarse bastante. Así parecen indicarlo los desvíos hallados de — 2″,35 en el extremo oriental del arco y de + 22″,30 en el extremo occidental. En España las verticales de las costas norte y sur, también se alejan unas de otras unos 30″, y algo parecido ocurre entre las verticales correspondientes á las costas del este y del oeste de la Península. La isla de Puerto Rico, apesar de ser tan pequeña y poco elevada, tiene de norte á sur una amplitud astronómica de 31′, mientras que la geodésica no pasa de 30′, es decir, que los dos desvíos en sentido opuesto suman 60″. La gran magnitud de esta última diferencia constituye un fenómeno inexplicable por la topografía visible de los lugares, y sorprendente por lo extraordinario.

Esta condición de las verticales de costa hace, á mi juicio, poco acertada la elección de un arco transcontinental para medirlo como arco de paralelo; pero queda siempre el recurso de suprimir algunos trozos de sus extremos.

Una confirmación de que estos desvíos comunmente observados en las verti-

cales de costa son los que motivan tan importante diferencia entre las amplitudes astronómica y geodésica del arco transcontinental, se obtiene desechando de sus 37 estaciones de longitud las dos extremas ó más vecinas á las dos costas, y circunscribiendo el arco á las 35 estaciones restantes, pues entonces la diferencia entre ambas amplitudes queda reducida á 11″,55. Y todavía esta diferencia se puede explicar por el mismo razonamiento, puesto que las estaciones extremas de este segundo arco, aunque más alejadas del mar, continúan experimentando su imflujo, y muy especialmente la occidental, donde contrasta con grandes masas continentales.

Muchas veces los grandes desvíos son explicables por la topografía del terreno, y aún se han hecho ensayos para su prévio cálculo; pero en la región del arco americano no es conocida la topografía más que en ciertos parajes. Por otra parte, los motivos de los desvíos pueden no estar á la vista, como ocurre cuando proceden de una heterogénea distribución subterránea de las masas y de sus densidades.

Dos estaciones del arco transcontinental exhiben grandes desvíos en longitud, que son las llamadas *Colorado Springs* y *Genoa,* ambas situadas en las vertientes orientales de montañas que se elevan á grande altura. Sus desvíos son respectivamente — 23″,90 y — 23″,58. La topografía de la primera es conocida.

Elevación de la estación.	1822 metros
Elevación de Pico Pikes al oeste de la estación.	4300 „
Distancia entre ambos.	18,5 kilómetros

Al oeste de Pico Pikes continúa por más de cien kilómetros una gran meseta elevada hasta 3000 metros.

Si se supusiera la existencia de una masa atractiva en forma de cono, con 2478 metros de altura y base de 30 kilómetros, densidad 2,3 y á distancia de 18,5 kilómetros, se obtendría por el cálculo que la atracción de aquella masa debía producir un desvío de 22″.

Otras 6 estaciones de longitud que tienen desvíos importantes en el sentido opuesto, son las siguientes:

ESTACIONES	Desvíos de la plomada
Punta Arena.	+ 22″,30
Lago Salado..	+ 20 , 71
Ogden.	+ 18 , 05
Oasis.	+ 11 , 45
Austin.	+ 15 , 45
Mt. Hamilton.	+ 13 , 00

En todas ellas parece haber motivos topográficos que justifiquen, por lo menos, el signo de sus desvíos, aunque la magnitud de los tres últimos no tiene causa suficiente á la vista.

Los restantes desvíos en longitud son pequeños y de ambos signos, comprendidos entre — 8″,61 y + 7″,91. Todos serán en su día datos preciosos para las futuras determinaciones del geoide.

Pasemos ahora á comparar los distintos valores que resultan para la magnitud de un grado del paralelo 39°.

Según el elipsoide de Clarke	86 628,6	metros
Según el elipsoide de Bessel	86 616	„
Por el arco completo medido (48°, 766 828)	86 616	„
Por el mismo hasta la penúltima estación (48°, 279 953)	86 624	„
Por el arco entre Cabo Mayo y S. Francisco (47°, 501 361)	86 624	„
Por el arco entre Washington y S. Francisco (45°, 389 541)	86 622	„

De los resultados obtenidos parece deducirse que en el arco transcontinental del paralelo de 39°, sus cuatro séptimas partes, á contar desde el Este, presentan una curvatura media del geoide que casi coincide con el elipsoide de Clarke; mientras que el resto se aproxima más al elipsoide de Bessel.

La medida hallada para el arco parece reclamar un esferoide intermedio entre aquellos dos, y en el cual cada grado del paralelo 39° mida 86624 metros.

Medios abundantes hay ya reunidos para emprender la reforma de las deducciones que hoy existen sobre la figura y dimensiones de la Tierra. Por lo tanto, es de esperar que la Asociación Geodésica Internacional no tardará mucho en intentar una nueva combinación de todas las mediciones de arco que considere útiles; y especialmente de las obtenidas en los dos grandes arcos de paralelo, el de Irlanda á Polonia y el transcontinental de los Estados Unidos de América, los cuales parece han de tener importante influencia en la nueva discusión general.

Bellas son las Matemáticas abstractas, como reflejo ó semejanza de aquella Verdad única, que no admite *distingos* ni opiniones; pero más encantadoras son cuando se aplican á la resolución de los grandes problemas y predicen, por ejemplo, con siglos de antelación, el segundo en que va á comenzar un eclipse total de sol, ó miden en todos sentidos nuestro planeta con la asombrosa exactitud que acabamos de registrar. Parece que por ellas, mas que por ningún otro camino, ejerce el hombre sobre la Creación aquel señorío para que fué destinado.

PRESENTED
11 FEB. 1903

INDICE

	Páginas
Introducción	3
El arco transcontinental	6
Bases	8
Altitudes	13
Triangulación	15
Cálculos	21
Correcciones	26
Determinaciones astronómicas y su cotejo con las geodésicas	35

11 FEB 1938

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 30

SOBRE LOS RADIANTES ESTACIONARIOS

POR EL ACADÉMICO

D. JOSÉ COMAS SOLÁ

Publicada en enero de 1903

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1903

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 30

SOBRE LOS RADIANTES ESTACIONARIOS

POR EL ACADÉMICO

D. JOSÉ COMAS SOLÁ

Publicada en enero de 1903

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1903

dotados de velocidades extraordinarias, de tal modo que el movimiento relativo respecto al observador terrestre no sufra variación sensible con los cambios de dirección del movimiento de la Tierra. Es evidente que, si suponemos una porción de enjambres de enorme longitud y de espesor relativamente reducido, tendríamos en las indicadas condiciones otros tantos radiantes estacionarios. Pero la observación no comprueba estas enormes velocidades; algunas de ellas parecen francamente elípticas y de corto periodo de traslación. Es preciso, pues, desechar esta hipótesis, y en ello están conformes todos los astrónomos que se han ocupado en esta cuestión.

Antes de pasar á la exposición de las diferentes hipótesis emitidas para dar cuenta de los radiantes estacionarios, bueno será fijarnos un poco en varios hechos relacionados con las observaciones de tales radiantes.

No me ocuparé en los caracteres generales de los meteoros de radiantes estacionarios, ni en las particularidades de cada lluvia estacionaria, por no alargar excesivamente este trabajo. Para ello remito al lector al número de diciembre de 1884 de las «Monthly Notices of the Royal Astronomical Society.» Lo que no puedo aquí pasar por alto es algo referente al Catálogo de 177 radiantes estacionarios de Denning y publicado en las «Astronomische Nachrichten,» número 3.531.

Desde luego nótase que el número de radiantes catalogados es muy considerable, por más que el de radiantes no estacionarios sea en realidad enorme, pues cabe suponer que ninguna estrella fugaz que aparece en el Cielo es esporádica, sino que forma parte de un sistema, es decir, de una familia meteórica. Es indudable, á mi entender, que dado el escaso número de observadores que se han dedicado á este estudio, el Catálogo debe presentar no pocas deficiencias y que algunos radiantes estacionarios no son más que diferentes posiciones de radiantes móviles ó combinaciones de enjambres distintos, pero de radiantes parecidos. Por otra parte, el propio Denning me ha honrado comunicándome algunas observaciones propias referentes á un radiante estacionario clásico, el de β del Triángulo, el cual, después de varios años, sólo ha podido ser determinado por muy contados meteoros. En estas condiciones, se concibe que los resultados tienen que ser, en general, de poco peso. Para dar una idea más completa de esta clase de estacionarios y al propio tiempo de la dificultad de tales observaciones, reproduzco aquí las efectuadas por Denning sobre las Triangúlidas.

Años	Fechas	Radiante	Meteoros	Observaciones
1895 — 1901	Julio . . . . 9 - 21	30° + 36°	7	Rápidos
1878	Julio . . . . 27 - 30	28 + 36	12	"
1879	Julio 29	30 + 37	6	"
1877	Agosto . . . 4	30 + 36	13	"
1898	Agosto . . . 14 - 17	30 + 37	4	"
1884	Agosto . . . 25	30 + 36	7	"
1902	Septiembre . 3 - 7	30 + 37	8	"
1885	Septiembre . 3 - 17	29 + 36	6	Medios
1879	Septiembre . 15 - 25	30 + 36	16	"
1877	Octubre. . . 8	30 + 36	10	Rápidos
1876	Octubre. . . 13 - 19	31 + 37	5	"
1877	Noviembre. . 4 - 10	29 + 37	5	"
1885	Noviem. 30 - Diciem. 7	31 + 37	5	Muy lentos
	Julio 9 — Diciembre 7	29° 85 + 36° 46		
		Media de 13 radiantes.		

Nótase también, por esta lista de radiantes, que se consideran pertenecer á un mismo radiante estacionario, que unas veces los meteoros han aparecido rápidos, otros dotados de velocidad media, y, en fin, otros meteoros han surcado las capas atmosféricas con lentitud.

Pero, á pesar de la eliminación de muchos radiantes que podría efectuarse en el catálogo de 177 radiantes de W. F. Denning, es indudable que los sensiblemente estacionarios existen en mayor ó menor número, como lo prueban las observaciones que van efectuándose cada día y la calidad de los observadores, algunos de ellos, como el mismo Denning, tan conocido en el mundo de la Astronomía y que por sus trabajos científicos de esta índole mereció la medalla de oro anual de la Real Sociedad Astronómica de Inglaterra, la distinción más codiciada por los astrónomos.

Admitida, en principio, la existencia de los radiantes estacionarios, veamos que hipótesis se han intentado para dar cuenta satisfactoria de ellos. De la dificultad del problema tomado al pie de la letra puede juzgarse por lo que ya dijo el insigne Tisserand refiriéndose al mismo, que lo calificó de increíble é inesplicable.

Una de las hipótesis defendidas con más energía y al propio tiempo más complicadas es la del Prof. H. Turner de la Universidad de Oxford, desarrollada en las «Monthly Notices of the Royal Astronomical Society,» n.° 3, volúmen LIX; n.° 7, vol. LX; n.° 6, vol. LXII; defendiéndose en la segunda Memoria de las impugnaciones de Th. Bredikhine, publicadas, en el «Bulletin de l' Académie Impériale des Sciences de St. Petersbourg,» vol. XII, n.° 1. El Profesor Turner intenta explicar el origen de los radiantes estacionarios suponiendo

que los meteoros al pasar cerca de la Tierra son perturbados de tal manera que al cabo de un dilatado periodo de tiempo, acumulándose continuamente los efecto perturbadores, el compacto grupo meteórico primitivo se disgrega y los corpúsculos cortan la órbita de la Tierra en puntos cada vez más distanciados, sin variar la dirección relativa de los corpúsculos con relación á nuestro planeta.

Aun cuando es muy ingeniosa la hipótesis de Turner, paréceme á mí, y en ello estoy conforme con la opinión de Bredikhine, que aquélla no da cuenta de la influencia del movimiento orbital de la Tierra; que se aplica, en otras palabras, no más que á un movimiento rectilíneo. En el caso de un movimiento curvilíneo, no veo claro como el profesor Turner da cuenta de la constancia del movimiento relativo de los corpúsculos respecto de la Tierra. Por lo demás, la hipótesis de Turner choca con una porción de dificultades de detalle, que el mismo autor reconoce, y que cada vez obligan á suposiciones más complicadas y menos satisfactorias.

Bredikhine, si bien se muestra convencido de que las perturbaciones planetarias pueden dar lugar á lluvias meteóricas de radiantes sensiblemente estacionarios durante cinco ó seis semanas todo lo más, cree que estos radiantes son debidos principalmente á coincidencias fortuitas de lluvias meteóricas que presentan órbitas dispuestas de tal modo que producen la ilusión de un punto único radiante, en cuyo caso el observador las atribuye á un solo enjambre estacionario.

La hipótesis, que podríamos calificar, hasta cierto punto, de negativa, de Th. Bredikhine es indudable que en el fondo tiene mucho de verdad, pero muy poco nos explica en el supuesto de existir realmente lluvias estacionarias de larga duración, de las cuales, pocas ó muchas. no debemos dudar en atención, repito, á la autoridad de los observadores que se han dedicado á este estudio.

Por otra parte, el Prof. A. S. Herschel, en las «Monthly Notices», n.º 4, volumen LIX, admitiendo en principio la hipótesis de Turner, propone otra hipótesis que se reduce á suponer un anillo de corpúsculos planetarios que rodea á la Tierra, parecido á los anillos de Saturno, corpúsculos que, bajo el impulso ó choque violentísimo de enjambres meteóricos dotados de velocidades exorbitantes y procedentes de los espacios más remotos, se reducen á fragmentos, y estos fragmentos, describiendo órbitas aisladas alrededor del Sol. al penetrar en la atmósfera terrestre, producen radiantes estacionarios, como los hubieran producido los enjambres intersiderales impulsores sin chocar con ningún otro cuerpo corpuscular.

La hipótesis de Herschel presenta el defecto capital, aparte de otras objeciones que á mi entender podrían presentarse, de suponer que los corpúsculos permanecerían siendo sólidos después del choque, lo cual es á todas luces imposible, en atención á las enormes velocidades con que chocarían tales corpúsculos y á la falta de absoluta elasticidad de los mismos. La transformación instantánea del movimiento en calor sería suficiente para que los mayores corpúsculos se

redujeran en el acto á una masa de gas incandescente, incapaz, por tanto, de penetrar en la atmósfera terrestre hasta una profundidad de muchos km. y dotada de una velocidad de buen número de km. por segundo.

Callandreau, fundándose en el famoso *criterio* de Tisserand, ha establecido las condiciones que deben cumplir los elementos orbitales de los enjambres meteóricos para que su radiante sea estacionario, lo que ha sido objeto de diferentes comunicaciones á la Academia de Ciencias de París, publicadas en los «Comptes Rendus» de dicha Corporación. Entre otras consideraciones, deduce Callandreau de las integrales de Laplace que la longitud del radiante depende únicamente de la orientación del segmento de la órbita meteórica considerado perpendicularmente al eje mayor de la misma, independientemente, de los valores de los elementos del movimiento elíptico, mientras se cumpla la condición: $\cos i = -\sqrt{p}$, siendo i la inclinación del plano de la órbita sobre la éclíptica y p el semi-parámetro de aquélla. Esta condición está cumplida por las Oriónidas, puesto que el Catálogo de Kleiber da para los elementos parabólicos de las Oriónidas los valores medios $i = 162°$, $q = \frac{p}{1+e} = 0.5$, variando, además, q en el mismo sentido que — cos i (q representa la distancia perihelia.)

Aun cuando las conscuencias deducidas por M. Callandreau son exactas, por apoyarse en leyes indiscutibles de Mecánica celeste, no explican, ni tampoco el autor pretende explicarlo, el origen de los radiantes estacionarios. El caso de las Oriónidas es simplemente una casualidad que puede repetirse en otros casos, pero que no puede considerarse como explicación suficiente de los numerosos radiantes estacionarios observados.

No existe, pues, hasta ahora, ninguna hipótesis satisfactoria que explique tales radiantes. ¿Pero es posible encontrar otra que satisfaga más á nuestro espíritu? Yo entiendo que sí, y á este objeto me permitiré desarrollar, á título de ensayo, una explicación propia.

Podemos considerar sin error sensible y en principio que los elementos de las órbitas meteóricas son parabólicos, por más que muchos radiantes estacionarios corresponden á órbitas elípticas, la mayoría de gran excentricidad, y que algunos bólidos describan órbitas claramente hipérbólicas, como ocurrió con el del 24 de agosto de 1899, cuya trayectoría, conforme pude calcular, era una hipérbola de considerable excentricidad (Comptes Rendus, julio, 1898). A pesar de ello, repito, podemos considerar que las órbitas meteóricas, son, como primera aproximación, de excentricidad próxima á la unidad.

Esto supuesto, escribamos las fórmulas que nos permiten calcular dichos elementos parabólicos en función de la longitud del Sol y de las coordenadas eclípticas del punto radiante. Podremos apuntar las siguientes igualdades, ateniéndonos á la obra magistral d' Oppolzer sobre la determinación de órbitas planetarias y cometarias.

$$\log e' = 1.7609$$

$$\pi' = 280^\circ\ 21' + 1'.03\ (t - 1850)$$

$$\odot' - \odot = e' \operatorname{sen}\ (\pi' - \odot)$$

$(\odot' - \odot)$ se obtiene en minutos de arco,

$$\cot z = \frac{1}{a'} \cos B \operatorname{sen}\ (L - \odot')$$

$$z < 180^\circ$$

$$\gamma = \operatorname{tg} \frac{1}{2} z$$

$$f = a' \gamma$$

sen B positivo	sen B negativo
$\Omega = \odot$	$\Omega = \odot + 180^\circ$
$\sqrt{2q} \operatorname{sen} i = f \operatorname{sen} B$	$\sqrt{2q} \operatorname{sen} i = -f \operatorname{sen} B$

$$\sqrt{2q} \cos i = 1 + f \cos B \operatorname{sen}\ (L - \odot)$$

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} v = \frac{f \cos B \cos\ (L - \odot) - \operatorname{sen}\ (\odot' - \odot)}{\sqrt{2q}}$$

$$\frac{1}{2} v < \pm 90^\circ$$

$$\pi = \odot - v + 180^\circ$$

Prueba:

$$q = a' \cos^2 \frac{1}{2} v$$

En estas fórmulas: $\odot$ es la longítud del Sol, en el momento de la observación del radiante; B y L, la latitud y longitud del radiante; v, la anomalía verdadera; π, la longitud del perihelio.

Partiendo del princípio de que L y B son constantes, es evidente que podremos escribir las dos funciones siguientes:

$$\sqrt{2q} \operatorname{sen} i = \varphi\ (\odot)$$

$$\sqrt{2q} \cos i = \varphi_1\ (\odot)$$

Estas dos funciones son distintas. Dividiéndolas miembro á miembro resulta:

$$\text{tg } i = F(\odot)$$

Elevándolas al cuadrado y sumándolas, tendremos:

$$q = F_1(\odot).$$

A un valor dado de $\odot$ corresponderán siempre valores determinados de i y de q, y la variación contínua de $\odot$ dará origen á variaciones contínuas de i y q. Es claro, por tanto, que variando convenientemente la inclinación y la distancia perihelia del enjambre meteórico siempre podremos lograr que permanezcan constantes los valores de L y B.

Pero ¿cómo y por qué razón se suceden sin solución de continuidad, por lo menos en términos generales, órbitas y más órbitas meteóricas que cortan la de la Tiera y cuyos elementos parabólicos ó elípticos son tales que varían continuamente, compensándose, por decirlo así, los valores de i y de q de tal manera que la longitud y la latitud del punto radiante permanezcan constantes?

Es evidente que dentro de las leyes que nos suministra el cálculo de probabilidades, es extraordinariamente improbable que una serie de órbitas distintas se dispongan de tal modo que se sucedan sin interrupción y cumplan con las condiciones impuestas por las funciones F y F_1. No admitiendo como suficiente la explicación de Turner, podríamos invocar el criterio de Tisserand para saber si es posible que la disposición especial de las órbitas meteóricas procediera de las perturbaciones de algún planeta, incluyendo entre ellos á la Tierra. Estos cálculos han sido efectuados ya, resultando de ello que ningún planeta y ningún enjambre meteórico cumplen con las fórmulas de Tisserand que constituyen el criterio de dicho astrónomo aplicado á este caso. Aun cuando no es necesario un rigorismo extremado en esta clase de investigaciones, pues las observaciones en que se fundan los cálculos son de relativa poca exactitud, si realmente influyera la Tierra ú otro planeta en la disposición de las órbitas meteóricas, debiera notarse una gran tendencia á permanecer estacionarios los radiantes. Nada de esto se ha confirmado, por lo cual, á mi entender, es preciso desechar en absoluto las perturbaciones planetarias en la explicación de dichos radiantes.

En mi opinión, el origen de los radiantes estacionarios es la casualidad, con lo cual estoy de acuerdo con Bredikhine, pero no admitiendo, como admite este distinguido astrónomo, que esta casualidad llegue al extremo de que al azar se sucedan las órbitas meteóricas de un modo contínuo y con tales elementos orbitales que den por resultado la constancia de las coordenadas eclípticas del radiante, á pesar de la variación de la longitud del Sol. Debe de haber cierta relación entre i y p que regule en ciertos casos las funciones F y F_1, de tal manera que L y B permanezcan constantes sensiblemente.

No se olvide, como ya he indicado al principio de este trabajo, que no existen en realidad estrellas fugaces aisladas sino sólo enjambres meteóricos. Sin prejuzgar aquí el origen de tales meteoros, es de todo punto evidente que, si no todos, en su inmensa mayoría, proceden de los espacios intersiderales y que siguiendo órbitas sensiblemente rectilíneas son capturados por el Sol ó por un planeta de gran masa. El enjambre que procede prácticamente del infinito cabe suponer que está formado por muchos millares y quizá millones de corpúsculos y que estos corpúsculos no recorren el espacio unos detrás de otros ó dispuestos en línea, sino formando un conjunto de amplitud inmensa, comparable quizás, á las distancias planetarias. En estas condiciones, claro está que llevando los corpúsculos la misma velocidad de traslación en el espacio y pasando por el periastro á distancias muy distintas, las órbitas serían muy distintas también, y en tal grado que podrían pasar desde hipérbolas á elipses de pequeña excentricidad. Por otra parte, el enjambre meteórico siendo de gran amplitud, la inclinación de los planos de las órbitas de sus corpúsculos sería muy variado; tanto es así, que si el enjambre, por circunstancias especiales de su movimiento, se dirigiera centralmente hácia el Sol, una parte de sus corpúsculos se precipitaría en la propia fotósfera del Sol, y la otra recorrería secciones cónicas formando ángulos de 0 á 360° respecto á un plano fundamental cualquiera, á la par que las distancias perihelias y excentricidades presentarían las mayores discrepancias. Si concebimos que un móvil recorre un arco de círculo concéntrico con el Sol y que atraviese uno de estos enjambres cósmicos, los elementos orbitales de los corpúsculos que irá sucesivamente encontrando dicho móvil irán variando de un modo contínuo, siguiendo leyes propias de las funciones circulares, relacionadas en este caso con la distancia perihelia, contada sobre el eje mayor común de las órbitas, y con el ángulo formado por el plano que pase por dicho eje y cada meteoro en su nodo con un plano fundamental que pasa por dicho eje común. Esto supuesto, siempre podríamos encontrar, por una parte, un movimiento tal que, para el observador, la variación de longitud del Sol combinada con las variaciones contínuas de la inclinación y de la distancia perihelia diera por resultado una compensación tal de valores que permanecieran apróximadamente constantes la longitud y latitud del radiante. De otro lado, podemos admitir en principio que el enjambre primitivo de corpúsculos ofrece formas originales muy distintas, pudiendo resultar, según sean ellas, la misma compensación de valores entre los elementos indicados, de tal manera que no varíen los valores de las coordenadas del punto radiante. Se concibe fácilmente que un enjambre plano dará por origen órbitas de igual inclinación y de distancias perihelias y excentricidades muy distintas; y que un enjambre cilíndrico, cuyo eje pase por el centro del Sol, dará origen á órbitas de iguales distancias perihelias y excentricidades, y de inclinaciones tan variadas que comprenderán todos los grados del círculo. Entre estos dos extremos, caben todos los términos medios imaginables y, por lo tanto, elementos suficientes para que se cumplan las condiciones de nuestro problema.

Esta hipótesis explica, como se vé, los radiantes estacionarios por circunstancias casuales, pero la improbabilidad no es remota desde el momento que se admite que la sucesión de órbitas meteóricas no es hija de la casualidad, sino de un hecho cósmico á todas luces cierto, esto es, que los corpúsculos no siguen órbitas comunes; en otras palabras, que no están dispuestos como las cuentas de un rosario, engarzadas todas en un mismo hilo (órbita), sino que cada corpúsculo sigue una órbita distinta, si bien todos ellos obedeciendo á una ley contínua que dimana de la posición respectiva que guardaba cada uno de los mismos con relación al Sol ó al planeta capturador del enjambre.

Por lo demás, tenemos, como ya se ha dicho al principio, que el número de radiantes estacionarios es, sin duda, mucho más reducido de lo que aparentan los catálogos, pues muchos de ellos se apoyan en un reducidísimo número de meteoros, aparte de que existen radiantes estacionarios tan próximos y difusos que muy bien pudieran ser uno solo que se moviere en la esfera celeste en conformidad con los elementos orbitales de sus corpúsculos, movimiento que, inútil es decirlo, debe considerarse como el caso más general. En fin, es preciso recordar que los radiantes no estacionarios son en número tan grande que nada de extraño tiene que cien ó más de ellos permanecieran sensiblemente constantes por las razones en que se apoya mi hipótesis. En estos últimos tiempos mucho se ha trabajado en Astronomía meteórica, pero es indudable que queda todavía mucho por hacer y que al porvenir pertenece la labor de eliminar ciertos radiantes tenidos por estacionarios, así como descubir muchos otros dotados de movimiento contínuo y algunos de movimiento insensible ó estacionarios, no dudando, por mi parte, un momento que las observaciones venideras tenderán á afirmar como un hecho general la existencia de radiantes de *larga duración,* no casi instantáneos, como se ha creído hasta ahora por muchos astrónomos.

En cuanto á los fenómenos particulares que presentan los meteoros propios de los radiantes estacionarios, y que se refieren sobre todo á la velocidad con que se introducen en la atmósfera terrestre, son explicables perfectamente dentro de mi hipótesis, puesto que según tiendan los corpúsculos á radiar del apex ó del anti-apex su velocidad relativa variará considerablemente. De otro lado, no sólo podemos admitir sino dar como seguro, que en una misma familia meteórica existen movimientos directos y retrógados, lo que daría por resultado la existencia simultánea de radiantes estacionarios ó móviles antipódicos. Este hecho, hasta ahora, no ha podido confirmarse, porque las observaciones efectuadas casi en su totalidad lo han sido desde Inglaterra, y, por tanto, abarcan sólo un casquete de la esfera celeste.

En fin, creo poder afirmar, resumiendo, que la existencia de familias meteóricas de órbitas variadas en cuanto á excentricidad, distancia perihelia é inclinación sobre el plano de la eclíptica para cada elemento corpuscular, no es simplemente una probabilidad, sino un hecho necesario; y que esta disposición es suficiente para dar origen, en determinados casos, á radiantes sensiblemente estacionarios.

Como corolario, me permitiré añadir, imitando en parte una idea del profesor Turner sobre el origen de los cometas, que la conjunción ó reunión de corpúsculos al pasar principalmente por el perihelio pueden dar origen, por sus mútuos choques, á masas gaseosas incandescentes que siguiendo órbitas parecidas á las de los corpúsculos originales den como consecuencia la formación de cometas, lo que explicaría la relación casi indudable que guardan estos misteriosos astros con los enjambres meteóricos.

La importancia de la Astronomía meteórica es sin duda enorme y cada día va en aumento. Es posible que este polvo cósmico que revolotea por el vacío, dotado de velocidades planetarias y siderales, constituya la base del proceso inmenso y hasta ahora oculto de la destrucción y renacimiento de los soles y mundos. Si á tan considerable atractivo se añade la facilidad con que se efectúan las observaciones meteóricas, pues no requieren instrumento alguno, inútil es encomiar la importancia de tales observaciones á los amantes de la Ciencia del Cielo que por sus modestos medios de trabajo no pueden dedicar sus energías á estudios que requieren potentes y costosos instrumentos de investigación.

PRESENTED
11 FEB. 1903

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 31

NOTAS SOBRE LOS PLANETAS JÚPITER Y SATURNO

POR EL ACADÉMICO

D. JOSÉ COMAS SOLÁ

Publicadas en febrero de 1903

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1903

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 31

NOTAS SOBRE LOS PLANETAS JÚPITER Y SATURNO

POR EL ACADÉMICO

D. JOSÉ COMAS SOLÁ

Publicadas en febrero de 1903

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1903

NOTAS SOBRE LOS PLANETAS JÚPITER Y SATURNO

por el Académico

D. José Comas Solá

Sesión del 24 de enero de 1903

JÚPITER EN 1902

En una Nota leída en la sesión ordinaria del 20 de junio de 1902, tuve el honor de comunicar á esta Real Academia mis primeras observaciones sobre el paso de una corriente obscura debajo de la Mancha Roja, de lo cual deduje que dicha mancha era un cuerpo flotante en la atmósfera de Júpiter.

Posteriormente, Mr. Stanley Williams creyó poder afirmar, dentro del terreno de las probabilidades y ateniéndose á sus observaciones, que la materia no había pasado por debajo de la Mancha Roja, sino que la había contorneado, deslizándose por el borde S. de la misma y uniéndose, por lo tanto, con la banda $-\beta$.

Las observaciones que he podido efectuar después de la lectura de mi primer trabajo han confirmado en absoluto mis primeras impresiones.

No fueron sensibles grandes variaciones en la Mancha Roja en julio y agosto, pero, en septiembre, favorecido por imágenes insuperables, pude llevar á cabo varias observaciones de importancia, no sólo por la confirmación, como he dicho, de que la banda obscura pasaba por debajo de la Mancha Roja sino por la percepción de interesantes detalles que hasta entonces no habían sido visibles por falta de suficiente limpieza de las imágenes telescópicas.

El 11 de septiembre, con buenas imágenes, se percibía que la depresión de $-\alpha$ era mucho menos blanca que en julio y junio. Aparecía principalmente blanca hacia los bordes N. y W, es decir, en el espacio que separa la banda $-\alpha$ de la Mancha Roja, separación que estaba casi libre de la corriente obscura, muy desviada ya entonces hacia el Oeste. Las proturberancias del borde de $-\alpha''$ eran perfectamente visibles, aunque menores y más obscuras que antes; pero lo más importante de la observación de este día fué el descubrimiento de otro rosario de manchas en el borde N. de $-\beta$, y el de que la materia gris observada desde hace algún tiempo en la zona — A era, en realidad, un agrupamiento de regueros vaporosos que enlazaban los dos rosarios de manchas obscuras. Por otra parte, este día fué visible en la parte oriental de la Mancha Roja un reborde obscuro que

tenía que ser materia de la corriente obscura repelida por la Mancha ó bien materia de la gran banda — α en condiciones parecidas.

El 15 de septiembre, con mejores imágenes, el planeta ofrecía un aspecto muy parecido al del día 11. La blancura del borde W. de la depresión era más acusada.

El 16 de septiembre, con mejores imágenes todavía, la observación fué más notable. Era visible, en efecto, que el grupo de regueros obscuros tenía todavía su punta derecha é inferior debajo de la Mancha Roja; en la parte superior é izquierda de esta última se percibía un pequeño espacio claro, por efecto de estar libre ya de los últimos regueros oblicuos, que á la sazón salían. Esta observación es de gran valor para demostrar que los rosarios de manchas y los regueros pasaron por debajo de la Mancha Roja. No fué posible efectuar esta observación el día 15, sin duda por falta de limpieza en la imagen.

Continuando el movimiento directo de los regueros y rosarios con relación á la Mancha Roja, el 20 de septiembre, se veía ésta completamente libre de la corriente. La Mancha aparecía entonces gris como de costumbre. Fué visible este mismo día una manchita obscura al S. de la Mancha Roja, en la banda — β. El 28 de septiembre, la corriente estaba más lejos de la gran Mancha, habiendo ya adquirido ésta su aspecto normal y siendo hasta ligeramente rojiza. Debo advertir que las protuberancias obscuras boreales, desde el principio de mis observaciones á que hace referencia la Nota que leí en esta Academia el 20 de junio, se habían modificado, haciéndose menores y más obscuras.

Las observaciones de pasos por el meridiano central de la Mancha Roja las he dividido en dos grupos, aproximadamente del mismo peso cada uno, pues constan del mismo número de observaciones (cinco).

	Epoca media.	Punta izquierda	Centro de la depresión	Centro M. R.	Punta derecha
1er grupo. .	18 junio	20º 5	37º 5	38º 2	55º 1
2.º grupo. .	25 septiembre	21. 4	37. 9	42. 6	58. 8

Comparados los resultados del primer grupo con los que obtuve en 1901, resulta para rotación de la punta derecha de la Mancha Roja, que á mi entender debe considerarse como el punto de referencia más estable de dicha mancha, el número:

$$9^h\ 55^m\ 40^s.\ 1$$

mientras que, en 1901, la rotación para la misma punta era de:

$$9^h\ 55^m\ 43^s.\ 4$$

Aparece una diferencia muy sensible de periodo de rotación que no dudo debe atribuirse al impulso de la corriente obscura, corriente que, rozándola,

habrá debido impulsar la mancha en sentido directo, disminuyendo por tanto su periodo de rotación. Pero este impulso debió disminuir ó cesar por completo hacia el mes de septiembre, conforme se desprende de la comparación de los dos grupos, lo cual es perfectamente explicable teniendo en cuenta que hácia esta época la Mancha Roja estaba casi completamente libre de la corriente obscura. A pesar de ello, la comparación de la media general de 1902, es decir, de los dos grupos de 1902, con la de 1901 da una rotación de:

$$9^h\ 55^m\ 40.^s\ 3,$$

muy sensiblemente más corta que en años anteriores.

No pretendo en estos momentos apoyar ó combatir ninguna hipótesis para dar cuenta del sorprendente fenómeno que constituye el paso de una corriente debajo de la Mancha Roja. Me he limitado simplemente por ahora á citar hechos observados.

En cuanto al resto del planeta, el aspecto general ha sido casi siempre parecido al de años anteriores, si bien con algunas diferencias notables. En primer lugar, la componente boreal de $+\ \alpha$ se ha hecho, últimamente, muy débil y difusa, presentando manchitas obscuras. Esta componente difusa, ha sido la más roja del planeta. La otra componente de $+\ \alpha'$ y la gran banda $-\ \alpha$ han sido igualmente coloreadas de rojo vinoso y en algunos puntos en que las bandas $+\alpha'$ y $-\ \alpha''$ eran muy obscuras (para $-\ \alpha$, sobre todo los alrededores de la Mancha Roja) me han parecido de coloración violada.

Los casquetes polares, á partir de $-\ \beta$ y $+\ \alpha''$, son obscuros y amarillentos; pero el más obscuro es el casquete boreal. Nunca había visto este casquete tan obscuro. Por contraste, quizás, la zona ecuatorial ha sido muy clara, sin coloración apreciable, lo cual es bien diferente del aspecto que en este sentido ofrecía el planeta los años anteriores. Esta zona equatorial ha sido, por otra parte, muy uniforme, sin detalles y con muy pocas manchas claras y obscuras del sistema I. Por esta causa mis observaciones de pasos de manchas por el meridiano central no tienen bastante peso para dar un valor aceptable del tiempo de rotación, en 1902, de la rápida corriente ecuatorial.

SATURNO EN 1902

En 1902, á pesar de la pequeña altura de este planeta sobre nuestro horizonte, he podido efectuar diversas observaciones del mismo en excelentes condiciones y cuyo resúmen doy á continuación. Ecuatorial de 6 pulgadas; aumentos de 240 y 300 veces.

Anillo A.—Ha aparecido gris, uniforme y sin detalles. Bordeando la división

de Cassini, se notaba como de costumbre, un filete brillante. Siempre que la imagen ha sido excelente he podido percibir la división de Encke muy fina y poco intensa.

La división de Cassini, perfectamente negra y con los bordes completamente limpios.

Anillo B.—Como siempre, ha sido el más brillante, mostrando un obscurecimiento creciente hácia el interior del anillo. Este obscurecimiento, como en años anteriores, ha aparecido escalonado, dispuesto en zonas concéntricas. La zona exterior ha sido la más brillante de los anillos.

Anillo C.—Poco visible, sin coloración ni detalles especiales. La visibilidad no ha sido siempre la misma en las dos asas. El 16 de septiembre, día en que saqué el dibujo que acompaña esta nota, la parte de anillo correspondiente á la asa derecha era mucho más visible que la correspondiente á la otra. La parte del mismo anillo que se proyecta sobre el planeta ha aparecido siempre muy obscuro.

Planeta.—Ha presentado exactamente el mismo aspecto que en años anteriores, es decir, con dos bandas obscuras en el hemisferio boreal formadas de masas nebulosas redondeadas. La banda más boreal ha sido tambien la más obscura.

El casquete polar boreal bastante obscuro y la zona ecuatorial clara. Ningún detalle suficientemente distinto ha aparecido en el disco del planeta para permitir determinar el tiempo de rotación del mismo.

El planeta, en absoluta conformidad con las efemérides, ha sobresalido, en en general, algún tanto del borde exterior del anillo A.

Una de las observaciones más importantes ha sido la confirmación de la ley de las variaciones de intensidad general luminosa de los anillos con relación á la del planeta, cuya intensidad luminosa puede considerarse sensiblemente constante. En efecto, pude comprobar en 1901 (Astronomische Nachrichten), que los anillos se hacían tanto menos luminosos cuanta mayor era la diferencia de azimutes sobre el plano de los mismos entre la Tierra y el Sol. A ser cierta esta suposición, el planeta debe aparecer respecto á los anillos en su mínima intensidad luminosa en la época de su oposición. Esta oposición tuvo lugar, en 1902, el 18 de julio; la primera cuadratura el 18 de abril y la segunda cuadratura el 15 de octubre. Véanse ahora algunos apuntes de mis observaciones.

27 de mayo.—El planeta tiene sensiblemente la misma luminosidad que los anillos. Si hay alguna diferencia, se reduce á una ligera superioridad de brillo general de los anillos con relación al planeta.

3 de junio.—El planeta es muy ligeramente menos brillante que los anillos. Imagen temblorosa.

18 de junio.—El planeta es algo menos brillante que los anillos.

25 de junio.—El planeta es claramente menos brillante que los anillos.

30 de junio.—La diferencia de luminosidad entre el planeta y los anillos es más acentuada que en los días anteriores.

16 septiembre.—El planeta aparece sensiblemente con el mismo brillo que los anillos.

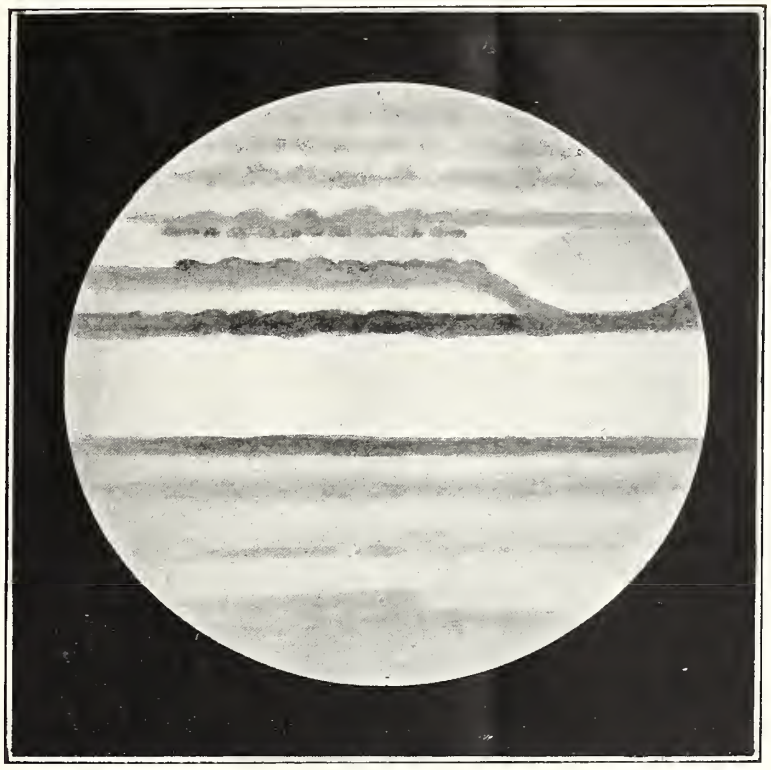
20 octubre.—El planeta es muy sensiblemente más brillante que los anillos.

No puede confirmarse con más evidencia la ley indicada, teniendo en cuenta que, en este caso, es insensible la perturbación que en ella puede introducir la diferencia de alturas, variable de signo, entre la Tierra y el Sol sobre el plano de los anillos.

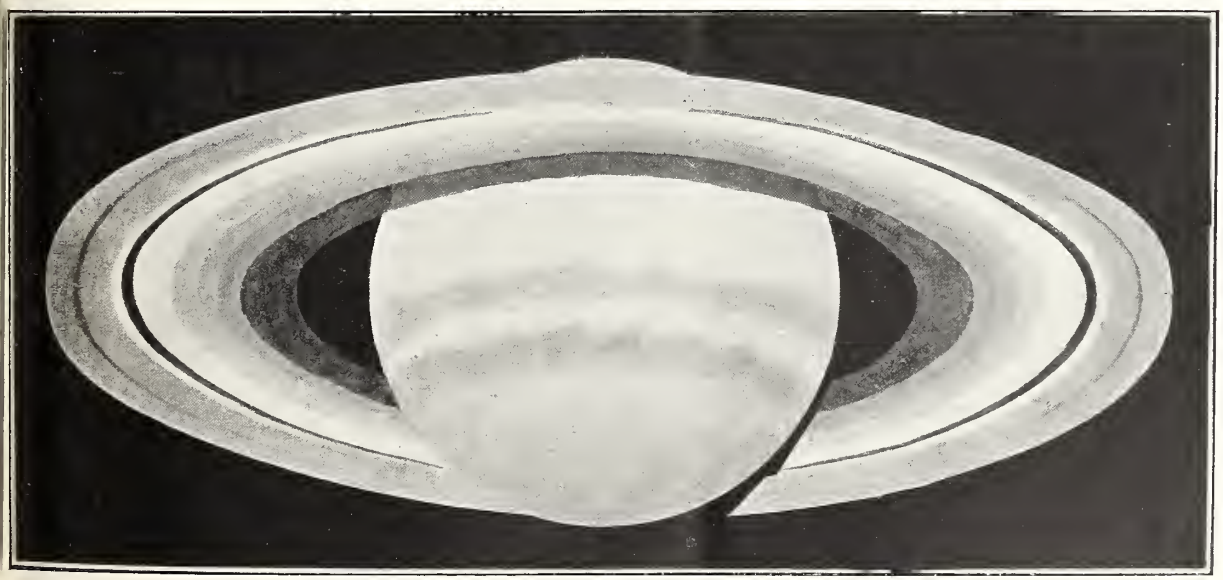
Por lo demás, esta ley, que no habia sido hasta ahora indicada, podía deducirse á priori atendiendo á la constitución corpuscular de dichos anillos, conforme demuestran de consuno la mecánica y el estudio espectral de la velocidad de sus diversas zonas.

La sombra proyectada por el planeta sobre los anillos apareció, el 16 de septiembre sobre todo, bajo el aspecto que indica el dibujo adjunto, y que nos revela sin ninguna clase de duda la existencia de un desnivel considerable entre los anillos A y B.

PRESENTED
6 MAR. 1903



JÚPITER.—20 septiembre 1902.— 9h 30m



SATURNO.—16 septiembre 1902 —7h 30m

José Comas Solá.

BRITISH MUSEUM

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 32

CARACTÉRES ÓPTICOS DE LOS CRISTALES DIÁFANOS

1.º ÍNDICE DE REFRACCIÓN

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

DR. D. PEDRO MARCER, PBRO.

Publicadas en febrero de 1903

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1903

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 32

CARACTÉRES ÓPTICOS DE LOS CRISTALES DIÁFANOS

1.º ÍNDICE DE REFRACCIÓN

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

DR. D. PEDRO MARCER, PBRO.

Publicadas en febrero de 1903

BARCELONA

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR

Conde del Asalto, núm. 63. — Teléfono 460

1903

CARACTÉRES ÓPTICOS DE LOS CRISTALES DIÁFANOS

1.º Indice de refracción

por el Académico numerario

Dr. D. Pedro Marcer, Pbro.

Sesión del 24 de enero de 1903

Figurando entre los caractéres ópticos de los cristales diáfanos, como uno de los más seguros, el de su índice de refracción, siempre que de determinar la especie mineralógica se trata, y siendo el procedimiento y aparato de Babinet el más adecuado para evaluarlo exactamente; en él voy á ocuparme en esta modesta Memoria, cuando por vez primera me cabe la honra de llenar turno entre mis dignísimos é ilustrados compañeros. No parece que se pueda decir algo nuevo é interesante de un procedimiento y aparato muy conocido en las aulas de Física y Mineralogía y en sus respectivos gabinetes y laboratorios desde larga fecha

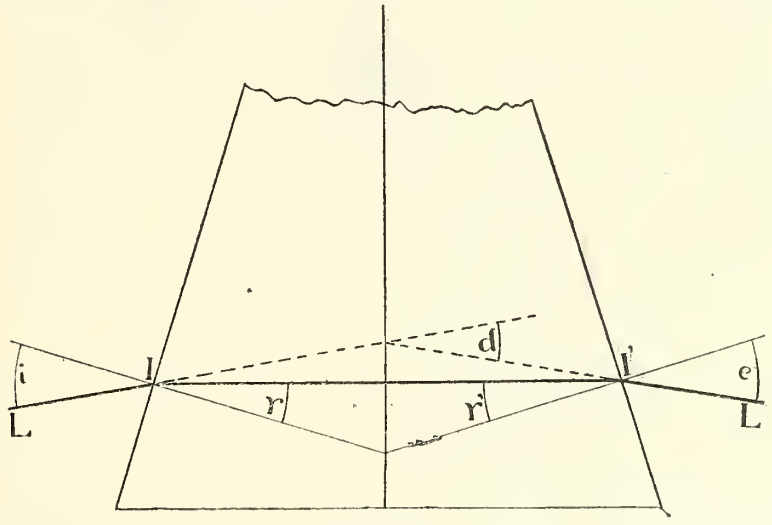


Fig. 1.ª

usado; no obstante acerca del fundamento en que se apoya creo que precisa llenar un vacío que en mi concepto existe. En efecto, este fundamento no es otro que una desviación mínima angular del prisma óptico, la cual coincide con cierta posición singular de los rayos incidente y emergente, posición que podemos llamar de simetría, ya que entonces (Véase fig. 1.ª) el plano bisector del ángulo refringente es un verdadero plano de simetría para el conjunto de los dos rayos citados y el interior al mismo prisma. Pero sucede que en los tratados elementales de aquellas ciencias esta coincidencia se consigna tan sólo sin demostración alguna, como si lloviera de las altas nubes ó como si hubiera sido revelada secretamente á algún afortunado mortal por alguna inteligencia privilegiada. Únicamente en

los tratados superiores de óptica y aplicando el cálculo diferencial á las denominadas *tres ecuaciones del prisma* es donde aparece la demostración cuya falta estoy lamentando. ¿Será ésta debida á negligencia ó á no haberse encontrado aquélla dentro de los límites de lo elemental? No es fácil contestar á la pregunta, pero lo cierto es que el vacío se deja sentir y que no debe tolerarse en tratados verdaderamente científicos, ni conviene contentarse con demostraciones meramente experimentales, sino que ha de exigirse la teórica que en el caso presente

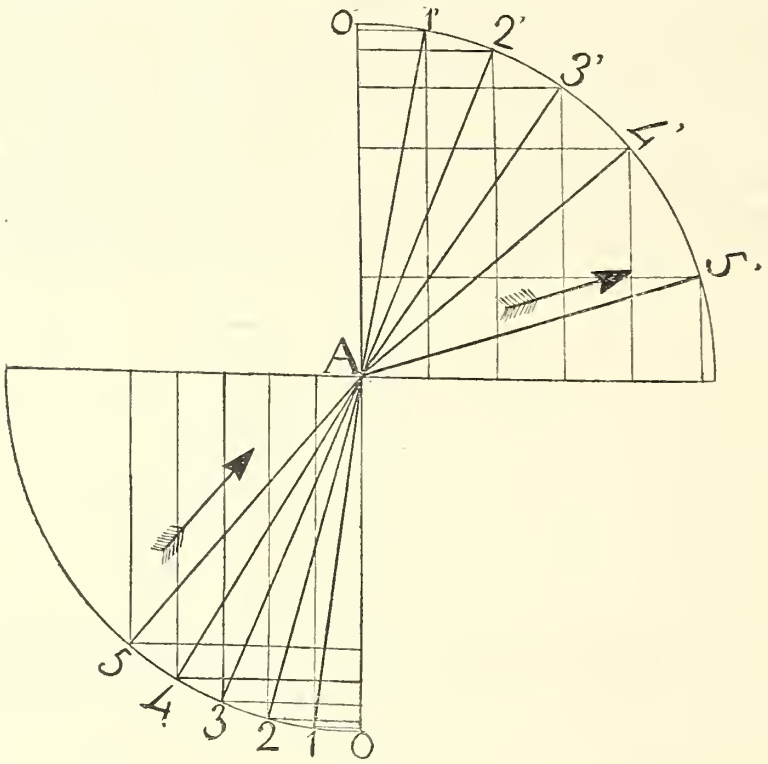


Fig. 2.ª

será geométrica. Sin más preámbulos pues, voy á presentar á la Academia la que me ocurrió y que más que de elemental me atrevo á calificar de sencilla.

Sí el rayo luminoso vá del medio más al menos refringente (del agua al aire por ejemplo), y suponemos que el seno del ángulo de incidencia crece por incrementos iguales; en virtud de la ley de los senos el del ángulo de refracción también aumentará por incrementos iguales entre sí, pero mayores que aquéllos; de manera que este último ángulo crecerá más que aquél y se aproximará más rápidamente al cuadrante. Así está indicado en la figura 2.ª donde los incrementos angulares 0A1, 1A2 etc. se corresponden con los 0′A1′, 1′A2′ etc. Además es cosa sabida y representada en la misma fig. que cuando varían los senos y con ellos sus arcos respectivos, éstos no crecen proporcionalmente á aquéllos, sino más

rápidamente, y si bien cuando son pequeños la desproporción entre unos y otros es escasa, pero se va acentuando á medida que los arcos se aproximan al cuadrante. Y como acaba de decirse que esta aproximación es más rápida para el ángulo de refracción que para el de incidencia, resulta que los incrementos de aquel ángulo tanto más excederán á los incrementos correspondientes de éste cuanto más ambos hayan avanzado hácia el cuadrante. Esto equivale á decir que si el ángulo de incidencia crece por incrementos iguales, los correspondientes del

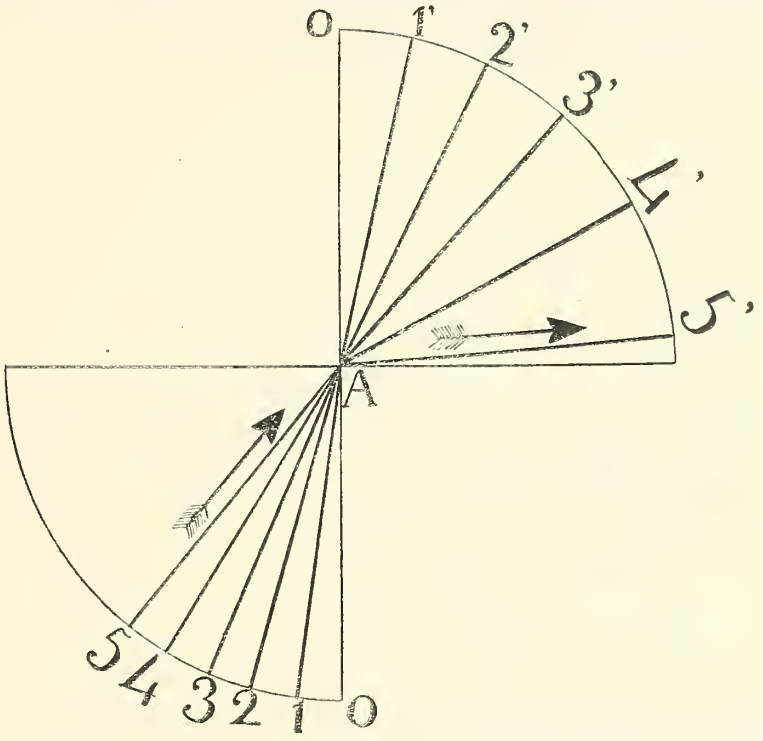


Fig. 3.ª

de refracción no sólo serán desiguales, sino que irán de contínuo en aumento, según que está representado en la fig. 3.ª

Aunque hasta ahora consideré el ángulo de incidencia menor que el de refracción por haber precisado la marcha del rayo luminoso del medio más al ménos refringente, puede muy bien acontecer lo contrario; pero siempre, en virtud de la reciprocidad de los rayos incidente y refractado, la relación de las variaciones del mayor y menor ángulo comparados subsiste la misma para dos medios dados, independientemente del sentido de aquellos rayos al través de los dos medios. De aquí que, aplicando la denominación común de *correlativos* á los dos ángulos cuyas variaciones se comparan, pueda establecerse que:

Si el menor de los dos ángulos correlativos aumenta ó disminuye por incrementos ó decrementos iguales, las variaciones correspondientes del otro

ván en aumento á medida que se aproxima al ángulo recto. Este principio muy conocido, aunque no formulado quizá por los geómetras en los mismos términos explícitos, será el fundamento de mi demostración elemental teórica.

Esta deberá consistir, según lo arriba indicado, en patentizar que la desviación se hace mayor siempre que el rayo incidente se separe de la dirección LI (fig. 1.ª) á la que corresponde un rayo interior perpendicular al plano bisector del ángulo refringente del prisma. Supongamos pues, que el rayo incidente al abandonar la mencionada dirección se inclina hácia la cara de entrada girando en el sentido expresado por la flecha (fig. 4.ª). Entonces sucede que el rayo emergente gira también en el mismo sentido hácia la arista del prisma, pero gira de

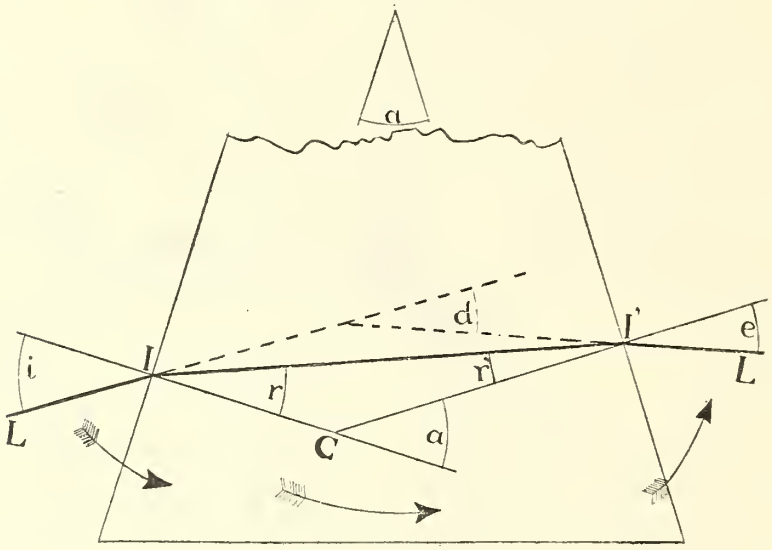


Fig. 4.ª

un ángulo menor. Para evidenciar este aserto en que estriba toda la fuerza de la demostración, distinguiremos dos casos: 1.° que el rayo interior esté entre la arista del prisma y la normal á la segunda cara del mismo (fig. 4.ª) 2.° que se halle entre la base y la normal. (fig. 5.ª) En el primer caso al inclinarse el rayo LI en el sentido de la flecha hácia la cara respectiva del prisma, aumenta el angulo i y con él el de refracción r. Pero como siempre se verifica que $r + r' = a$, cuanto aumenta r disminuye r', disminución que implica la de su correlativo *e*. El rayo I'L gira pues, en el mismo sentido de la flecha para inclinarse hácia la normal CI' y hácia la arista del prisma; pero es fácil ver que este ángulo de giro del rayo emergente I'L es menor que el del rayo incidente LI. En efecto, desde que por razón del giro r crece y r' decrece otro tanto, r es superior y r' inferior á $\frac{a}{2}$; y por ende i, correlativo del primero, es mayor y más próximo al cuadrante que *e*, correlativo del segundo. Si suponemos ahora que r aumenta por incrementos

iguales entre sí, por iguales á estos disminuirá r′, pero el ángulo i, correlativo del primero, aumentará más que disminuye *e,* correlativo del segundo, por hallarse más próximo al cuadrante, en virtud del principio fundamental antes mencionado. Esto equivale á decir que el rayo incidente LI gira en el sentido de la flecha más que el emergente LI.′

2.° caso, que el rayo interior II′ se halle entre la base y la normal I′C. Observemos ante todo que el ángulo r exterior al triángulo CII′ equivale á la suma del ángulo *a* de las dos normales, igual al refringente del prisma, y del r′, es decir que el exceso de r sobre r′ es consantemente igual al angulo *a;* de donde se des-

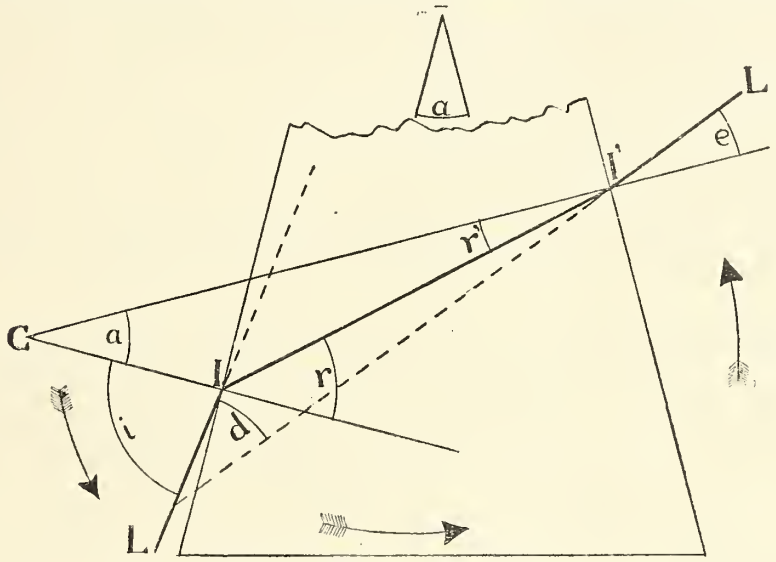


Fig. 5.ª

prende que al aumentar r por razón del giro del rayo incidente en el sentido de la flecha, otro tanto ha de crecer r′. En esto se diferencia el caso presente del anterior; porque antes se tenia r + r′ = a y ahora r — r′ = a. Ahora bien; aumentando r′ aumenta su correlativo *e* ó el rayo emergente se levanta hácia la arista girando como antes en el sentido de la flecha. Teniendo en cuenta que r es mayor que r′ y que los incrementos de los dos son exactamente iguales, según queda dicho, demostraríamos como en el caso primero, que el ángulo i crece más que el *e,* ó bien que el rayo incidente LI gira más en el sentido de la flecha que el emergente I′L.

Partiendo pues, de la posición simétrica de los rayos incidente y emergente, hemos visto que al girar el primero en el sentido de la flecha, ó cerrándose el ángulo agudo que forma con la cara de entrada, en el mismo sentido gira el segundo, ó inclinándose hácia arista del prisma, y además que el angulo de giro del primero es mayor que el del segundo.

La relación entre estos dos ángulos de giro constituye una propiedad óptico-

geométrica que entraña evidentemente la que es objeto del presente estudio; es decir la de que el ángulo *d* de desviación crece á medida que el rayo incidente se aparta de la referida posición. En efecto; el rayo incidente al desviarse, ó lo verifica hácia la base del prisma ó hácia la arista. Para el primer caso queda demostrada precisamente la relación entre los dos ángulos de giro y, por ende, que se abre el ángulo *d* de desviación. Si alguna duda pudiera caber sobre esta última ilación, bastaría trazar por un punto de la arista paralelas á los rayos incidente y emergente antes y después de la supuesta variación de éstos. El segundo caso puede juzgarse identificado con el primero en virtud de la ya mencionada reciprocidad de los rayos incidente y emergente, la cual nos permite considerar como incidente aquel mismo rayo emergente que hemos visto inclinarse hácia la arista mientras que el incidente (que ahora sería emergente) lo verificaba hácia la base; y en tal supuesto la luz en su marcha retrógrada seguirá los mismos caminos que antes y se reproducirán los mismos ángulos crecientes de desviación anteriormente estudiados. Resulta pues que hay desviación mínima cuando los rayos incidente y emergente forman igual ángulo con las caras respectivas del prisma, toda vez que á partir de esta posición geométrica dicha desviación crece, ya se incline el rayo incidente hácia la base del prisma, ora lo verifique hácia la arista del mismo.

Advierto al terminar que he considerado los ángulos de giro de los dos rayos, para ser lo más sencillo dentro de lo elemental, prescindiendo de las ecuaciones del prisma; pero, como sin salirnos de este terreno se obtiene sin dificultad la ecuación $d = i + e - a$, ó la $d = i - e - a$, según que se trate del 1.° ó 2.° de los dos casos antes distinguidos, podría haber partido de esta ecuación, y apoyándome en el mismo teorema fundamental, comparar las variaciones de i y de e y evidenciar que *d* crece siempre que el rayo incidente deja de formar simetría con el emergente.

Por último observaré que la propiedad óptico-geométrica de la mínima desviación no sólo conviene dejarla bien probada, como dije antes, sino que hasta podrá contribuir ventajosamente para la exposición metódica de la teoría elemental de la refracción en los medios limitados; porque el estudio del prisma, si se empezara por establecer esta propiedad, resultaría, á la par que fácil, más completo. Así quedaría sentado desde un principio que todo prisma produce una desviación angular en el rayo luminoso que lo atraviesa, empezando por fijar qué dirección debe tener el incidente para que el interior sea perpendicular al plano bisector antes mencionado, lo que es sumamente fácil. Entonces para esta dirección singular la desviación se presenta clara intuitivamente por razón de la simetría ya referida y, demostrando luego que esta es la mínima, resulta *a fortiori* que ha de haberla para otra dirección cualquiera. Se supone que el ángulo de refringencia del prisma junto con el índice de refracción reunen las condiciones de emergencia, condiciones cuya determinación es también de alta importancia y que se logra sin esfuerzo si se ha procedido de la manera que acabo de indicar.

PRESENTED
6 MAR. 1903

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM 33

CONSIDERACIONES

SOBRE LOS RESTOS FÓSILES CUATERNARIOS DE LA CAVERNA DE GRACIA (BARCELONA)

POR LOS ACADÉMICOS NUMERARIOS

DR. D. JAIME ALMERA, PBRO. CANÓNIGO

Y

D. ARTURO BOFILL Y POCH

Publicada en julio de 1903

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1903

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 33

CONSIDERACIONES

SOBRE LOS RESTOS FÓSILES CUATERNARIOS DE LA CAVERNA DE GRACIA (BARCELONA)

POR LOS ACADÉMICOS NUMERARIOS

DR. D. JAIME ALMERA, PBRO. CANÓNIGO

Y

D. ARTURO BOFILL Y POCH

Publicada en julio de 1903

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1903

CONSIDERACIONES

SOBRE LOS RESTOS FÓSILES CUATERNARIOS DE LA CAVERNA DE GRACIA (Barcelona)

por los Académicos numerarios

Dr. D. Jaime Almera, Pbro. Canónigo

y

D. Arturo Bofill y Poch

Sesión del 22 de abril de 1903

I

GEOLOGÍA

En la parte alta de la pequeña hondonada del N. de Gracia, conocida con el nombre de «Font del Carbó», que perteneció á la familia Montané, y fué recientemente adquirida por el Excmo. Sr. D. Eusebio Güell y Bacigalupi, se ha puesto al descubierto una reducida caverna, al practicar los desmontes efectuados al objeto de urbanizar la vertiente meridional de aquella localidad.

A medida que los desmontes fueron avanzando, dicha caverna aparecía con todas sus dimensiones, inclinación y forma, excitando el interés de los obreros la presencia de gran número de restos orgánicos fósiles. Tuvieron dichos operarios el feliz acuerdo de comunicar tal hallazgo al ilustrado propietario, quien, llevado de su proverbial interés por la propagación y adelantos artísticos y científicos, sobre todo en lo que se refiere al Principado, dió las oportunas disposiciones al objeto de que fuesen cuidadosamente extraídos y recogidos á medida que se presentasen, á fin de ser convenientemente estudiados. Al efecto confió al Rdo. don Norberto Font, Presbítero, la vigilancia y cuidado de la extracción de todos cuantos restos en el decurso de los trabajos de desmonte aparecieran y pudieran encontrarse en el interior de la caverna.

El Rdo. Font cumplió con el mayor celo tal cometido al objeto, no solo de satisfacer los levantados deseos del Sr. Güell, sino también de sacar de la presencia de tales restos, desconocidos hasta ahora en nuestra comarca, nuevos datos que ilustraran la historia geológica y paleontológica de Barcelona y sus contornos. A medida que se retiraban del yacimiento iban depositándose, con anuencia del Sr. Güell, en el museo del Seminario Conciliar de nuestra diócesis, para proceder oportunamente á su respectivo estudio.

Esta pequeña cueva está situada en los confines del llano de Barcelona y de las edificaciones del N. del suburbio de Gracia, á la distancia, por tanto, de unos 4 kilómetros de la orilla del Mediterráneo y á unos 200 metros sobre éste en la re-

gión superior de la vertiente costanera de la loma que lleva el nombre de «Montaña Pelada». Forma este cerro parte de una pequeña sierra paralela á la contigua cordillera del Tibidabo, situada á menos de un kilómetro al NO. de la misma é intégranla el altozano de Horta al extremo NE., los de la Rovira, den Mora, den Montané y den Falcó, en su parte media, y del Putxet y den Mina en su extremo SO., alcanzando el conjunto la longitud de unos 3 kilómetros.

Esta pequeña sierra, bordeada en sus faldas por el cuaternario travertínico arcilloso, es casi toda ella paleozoica: entra en la constitución de la misma el granito alterado, sobre el cual descansan las pizarras metamórficas micomaclíferas fuertemente inclinadas hacia el NNE. en la vertiente litoral, y en sentido contrario en la opuesta, ó sea del NE. Encima vienen, algo discordantes, las pizarras ordovicienses con *Orthis Actoniæ* Sow., *O. caligramma* Dalm., *O. vespertilio* Sow. y otras especies de Braquiópodos y Crinoides, las cuales sostienen á su vez los filadios arcilloso-calizos de matices variados, con fuertes y numerosos pliegues, caracterizados por la abundancia en algunos sitios de Graptolitos *(Monograptus Rœmeri* Barr., *M. Flemingi* Salt., *M. Becki* Bar.? etc.). Sobre estos filadios descansan las calizas dolomíticas dislocadas y más ó menos fuertemente plegadas, que á su vez sostienen calizas compactas de la misma facies que las *griottes* con *Panenka* sp., *Kralowna catalaunica* Barr., *K. Almeræ* Barr., *Leptæna corrugata* Rich., pertenecientes al devónico inferior, las cuales están, á su vez, en varios sitios, cubiertas por la formación del carbonífero inferior ó Culm, con *Calamites transitionis* Gœpp., *C. tenuissimus* Gœpp., *Archæopteris lyra* Stur., *A. pachyrachis* Gœpp., *A. Tchernaki* Stur., *Archæocalamites* (*Bornia*) *radiatus* Brongn., sobre el cual descansan en Vallcarca filadios marinos con *Phillipsia*, *Encrinus* y Fucoides.

Todas estas capas, que antiguamente constituyeron una mole de la cual formaron parte los isleos de caractéres idénticos que se encuentran en Vallvidrera, Sta. Creu de Olorde, San Bartomeu de la Cuadra, San Cugat del Vallés, Moncada, Mongat y Malgrat, están actualmente desmanteladas á consecuencia de haber experimentado la comarca movimientos de elevación y de hundimiento repetidos, acompañados de variadas y fuertes contorsiones que han alterado profundamente su posición inicial. Efecto de tales movimientos fué la formación de esta grieta ó hendidura que reviste, á pesar de sus pequeñas dimensiones, los caractéres de una verdadera caverna.

Esta, después de haber sido habitada por diversos animales mamíferos, reptiles, moluscos, etc., vino á ser invadida por corrientes sucesivas de aguas dulces y de movimiento suave, según demuestra el depósito de légamo donde no se encuentra vestigio alguno de canto ni de chinita. Estas aguas, no obstante, á mas del légamo que traían en suspensión, venían impregnadas de caliza, sales y óxidos de hierro, que contribuyeron á la formación de la base del depósito citado, el cual, por esta razón, se presenta ligeramente estalagmítico, pero cargado en extremo de una substancia arcilloso-calcárea muy ferruginosa.

Es de creer que los restos de animales que se encuentran en este depósito no fueron acarreados del exterior por las aguas, si se atiende á que la corriente de las mismas fué lenta, según acusa la materia cenagosa en que están envueltos y la ausencia de chinitas que forzosamente hubieran sido arrastradas junto con los huesos. Debe, pues, presumirse que los individuos á qué pertenecieron dichos restos se albergaron en la caverna y que, muertos ó en vida, fueron sorprendidos por la invasión del agua cenagosa. Esta invasión no ocurrió en un solo tiempo, sino que debió repetirse, según se deduce de la manera como están distribuídos dichos restos en el espesor de las capas que los contienen.

En efecto, tal depósito presentaba la siguiente disposición de abajo arriba:

1. Capa travertínica arcillosa, con abundancia de *Testudo ibera*, *T. Lunellensis* y de pequeños mamíferos *(Lagomys corsicanus*, *Erinaceus europœus*, *Arvicola* sp.), de poco espesor.

Esta capa descansa directamente sobre las calizas dolomíticas del devónico inferior, que presentan superficie irregular.

2. Capa de travertino estalagmítico con profusión de *Helix (H. Almerai, H. Depereti,* vars. *major* y *globulosa*, *Cyclostoma Lutetianum*). Espesor 5-8 centímetros.

3. Capa de cieno rojo, calizo-arcillosa, con huesos de grandes mamíferos *(Rhinoceros Mercki*, *Cervus elaphus)*. Espesor 20-25 centímetros.

Estas aguas debieron quedar estacionadas por algún tiempo, formando una pequeña balsa, y, gracias á la tranquilidad de las mismas, por una parte se fueron depositando las materias minerales coloreadas que estaban en suspensión, y por otra, gracias á la evaporación experimentada, se fué precipitando el carbonato de cal en ellas disuelto, bajo la forma cristalina característica de las estalagmitas. La primera de estas acciones está traducida por la formación de la citada capa roja travertínico-arcilloso-ferruginosa, y la segunda por una capa calcárea superficial variable (1 á 3 centímetros), que se distingue manifiestamente de la anterior por su estructura cristalina y la hialinidad de sus cristales. Cubre á esta capa otra muy delgada (de 1 á 3 milímetros), de aspecto arriñonado y de superficie granulosa.

A juzgar por la fauna contenida en esta caverna, tal depósito debe referirse á la primera fase de la época cuaternaria, caracterizada por la presencia de especies de mamíferos extinguidas, tales como el *Rhinoceros Mercki*, si bien es verdad que junto con ellas se han encontrado el *Cervus elaphus*, el *Lagomys corsicanus*, *Erinaceus europœus*, *Arvicola*, etc., que vienen á caracterizar la segunda fase de dicha época.

De todos modos hay que admitir que esta fauna corresponde á una época posterior á la del yacimiento de Tarrasa de que se dió cuenta á esta Academia en su sesión del 20 de diciembre de 1892, caracterizada por la presencia del *Ursus*, sp., *Hippopotamus major*, *Equus* sp., etc. la cual corresponde al pliocénico superior más reciente ó sea del nivel de Saint-Prest y del Forest-Bed de Ingla-

terra; y anterior á la de la cueva de Moncada, caracterizada por el dicho Oso, al cual acompañaban restos de varias especies de mamíferos indeterminadas, junto con una valva de *Pectunculus glycimeris* allí conducida por el hombre (1).

Sin embargo, no puede precisarse á cual de las edades protohistóricas admitidas en la Europa occidental ha de referirse, puesto que ningún vestigio humano ni producto alguno de la industria del hombre, correspondientes á las edades de la piedra ó de los metales, ha podido encontrarse entre los restos de los animales sepultados en los sedimentos de la cueva.

Como el Rinoceronte y la Tortuga son animales de climas cálidos, ó cuando menos, templados, y los Ciervos de climas más ó menos frios, la coexistencia de unos y otros en la misma localidad acusa evidentemente cambios súbitos de clima. Estos cambios climatológicos que ocurrieron en toda Europa, gracias á la extensión rápida de las nieves al principio del periodo cuaternario y que produjeron un gran descenso de temperatura en ella; y á la fusión y desaparición de las mismas que ocasionaron la consiguiente elevación de aquélla, alcanzaron sin duda nuestra latitud; por lo que, durante la primera fase del periodo cuaternario que precedió al periodo glacial, pudieron vivir el Rinoceronte y la Tortuga; pero debieron desaparecer en la fase inmediata ó periodo glacial para ceder su lugar al Ciervo, que después tuvo que desaparecer á su vez, por no poder resistir á la reaparición del clima que ha resultado de la desaparición de las nieves.

Varios de estos animales vivieron también en otras regiones de los bordes del Mediterráneo, de las cuales asimismo han desaparecido por las causas antes indicadas. Así lo atestiguan los restos encontrados en localidades cuyo subsuelo está constituído por calizas compactas (Lunel-Vieil), y, por lo común, en las laderas de montañas que presentan aberturas correspondientes á cavernas más ó menos ramificadas, producidas, ya por el movimiento que las mismas calizas han experimentado, ya por la erosión de las corrientes acuosas subterráneas más ó menos duraderas.

A continuación va un suscinto estudio de las especies encontradas.

II

PALEONTOLOGÍA

MAMÍFEROS

Erinaceus europæus Linné

De esta especie se ha recogido una pieza dentaria consistente en un molar superior posterior.

El Erizo común ó de tierra no se ha observado antes del cuaternario inferior, pues sus restos no aparecen más abajo del diluvium europeo. Actualmente vive

(1) Almera: *Compt. rend. Excurs. Soc. géol. à Barcelone.*—1898 p. 738 (3.ª sér. t. xxvi.)

todavía en gran parte de Europa; no es común en nuestra comarca, pero si en las Baleares, pudiendo criarse en las casas. Pasa el invierno aletargado debajo del suelo, no saliendo á la superficie hasta la primavera.

Lagomys (Prolagus) corsicanus Cuvier

Lagomys sardus Wagner; *Myolagus*, Hensel; *Prolagus*, Pomel

1890. Depéret: *Anim. plioc. du Roussillon*, p. 56; lam. IV, f. 27-35.

Dice M. Depéret, profesor de Geología y decano de la Facultad de Ciencias de Lyon, que es completa la identidad de las numerosas piezas encontradas en la gruta de Gracia con el tipo que vivió durante la época cuaternaria en Córcega (brechas de Bastia y de Bonifacio), en Cerdeña *(Lagomys sardus)* y que recientemente ha hallado con M. Deydier en una gruta del valle del río Durance.

De este pequeño Lepórido se han encontrado en nuestra brecha un número considerable de fragmentos esqueléticos pertenecientes á diversos individuos, conservándose de ellos varias partes completas. Los reconocidos por M. Depéret son los siguientes:

1. Una mandíbula con parte de cráneo aplastado.
2. Id. en conexión con un cráneo aplastado.
3. Id. con un palatino aplastado.
4. Media mandíbula izquierda.
5. Una mandíbula inferior con sus incisivos *in situ*.
6. Varias mandíbulas.
7. Incisivos y restos de mandíbula.
8. Un incisivo inferior y otros varios incisivos.
9. Molares superiores.
10. Cráneo y tibias reunidos.
11. Un fragmento de fémur.
12. Una tibia.
13. Una tibia y diversos fragmentos de huesos de los miembros, etc.

Esta especie en el periodo miocénico fué precedida de otra muy afine *(Prolagus Meyeri)* de menor talla, que se extendió desde Baviera y Würtemberg hasta los Pirineos, pasando por Suiza y el valle del Ródano, habiendo vivido, al parecer, en toda la parte litoral N. del antiguo Mediterráneo miocénico que se extendía por la septentrional de la mole alpina.

Nuestra especie *(Prolagus corsicanus)* la vemos aparecer en el pliocénico del mediodía de Francia (Rosellón), y de seguro que se extendió hasta Toscana (Casino); siguió viviendo en el cuaternario antiguo del litoral de Cataluña, asociado al *Rhinoceros Mercki* y demás especies junto con él encontradas en la caverna que nos ocupa, y probablemente se extendería por las riberas del actual Mediterráneo, como se reconocerá sin duda al efectuarse ulteriores hallazgos. Lo

mismo en Córcega que en Cerdeña se encuentra indudablemente en el cuaternario moderno contemporáneo del hombre neolítico, y, por tanto, es de creer que de nuestros alrededores se trasladó á las hoy islas antes indicadas.

Estos hechos inducen á M. Depéret á opinar que hay argumentos geológicos y paleontológicos en apoyo de que la isla de Córcega, unida á la de Cerdeña, formó hasta el fin de los tiempos pliocénicos una larga península, que venía á ser una miniatura de la Italia actual, enlazada al continente por la comarca de los montes Mauros de Provenza. Por esta vía pudo pasar el *Prolagus corsicanus* á la que, por efecto de hundimientos sobrevenidos á fines del pliocénico ó á principios del cuaternario, vino á ser la actual isla de Córcega, resultando, en consecuencia, disociada por el mar el área de dispersión ó habitat de esta especie. Al mismo tiempo hace notar la singularidad de que, al parecer, este Roedor se extinguió en el continente después de la primera fase de los tiempos cuaternarios, mientras que pudo perseverar en las citadas islas hasta la época contemporánea del hombre de la edad neolítica.

Arvicola cfr. arvalis Linné

Entre los fragmentos recogidos se reconoce una mandíbula de *Arvícola* indeterminable, que debía tener el tamaño del Campañol *(Arvícola arvalis* Linné), especie que vive actualmente en los campos de nuestro país y de casi todo el resto de Europa; apenas excede del tamaño de una rata, y construye un agujero poco profundo para su habitación, causando á nuestros campos daños considerables.

Se han encontrado restos suyos en los terrenos diluviales de la Auvernia, según Croizet; en las brechas óseas de Montmorency, según Constant Prévost y Desnoyers, y en diversas cavernas según Owen y Cuvier. P. Gervais creía que también pertenecen á esta especie los restos de las brechas óseas de Cerdeña, Córcega y Cette.

Rhinoceros Mercki Kaup

Lam. III, figs. 1-2

Se han encontrado varios fragmentos óseos de un Rinoceronte cuya especie nos fué difícil determinar por la insuficiencia de sus caractéres y de medios de estudio en nuestra capital; por lo cual decidimos acudir en consulta al citado M. Depéret, quien nos dice sobre ellos lo siguiente:

«Los restos representados en la fototipia remitida son de una porción de la mandíbula superior derecha de un individuo joven, en la cual se conservan los dientes de leche; el primero, intacto; el segundo, roto por la parte exterior, y el tercero, representado por su raíz. Estas piezas dentarias están bien caracterizadas como molares de leche, por tener la forma más alargada que la de los mola-

res adultos, y por la mayor complicación de las columnas del esmalte (crochets) en el interior del valle medio. Estas columnas son en la pieza remitida lo suficientemente grandes para determinar la formación de cavidades aisladas (fosetas) en número de una en el primer molar y dos en el segundo.

»Pero la determinación específica de estos molares de leche es más delicada que la de las piezas dentarias adultas, sobre todo dada la carencia de términos conocidos de comparación con la dentición de leche de especies fósiles. He podido comparar esta pieza dentaria con el primer molar de leche del *Rhinoceros leptorhinus* Cuvier, de Montpeller: éste es de mayores dimensiones que el del de Gracia, y su *corchete* está menos desarrollado, puesto que no limita foseta alguna distinta. Por consiguiente, no pertenece á esta especie pliocénica.

»Tampoco pertenece al *Rh. tichorhinus* Cuvier, que es la especie habitual del cuaternario, puesto que sus dientes son más comprimidos transversalmente y las colinas transversas están muy encorvadas hacia atrás, lo que no sucede en el ejemplar de Gracia.

»Procediendo de esta suerte, llegamos por eliminación á dos especies muy afines entre sí por sus dientes, á saber: el *Rh. etruscus* Falconer, del pliocénico superior y el *Rh. Mercki* Kaup, del cuaternario antiguo, puesto que estas dos especies tienen piezas dentarias del mismo tipo general que el *Rh. leptorhinus* con *corchetes* más desarrollados, cuyo caracter conviene á la especie remitida. Es preciso ver el cráneo y los huesos nasales para distinguir con certeza estos dos tipos.

»Menos nos enseña para la exacta determinación el fragmento de mandíbula con dos molares representado en la fototipia.» (Lám. III, fig. 1.)

Más tarde, con ejemplares que le fueron remitidos, reconoció la mandíbula de un individuo viejo de esta especie, con m^2, m^1 *y* p^4.

De esta especie se han encontrado cadáveres completos con piel, pelo y partes blandas bien conservadas en el suelo helado de entre los ríos Jenissei y Lena, (1) de la Siberia. En el museo de S. Petersburgo hay fragmentos de estos notables cadáveres, los cuales prueban que los Rinocerontes del Norte que vivieron durante la época glacial estaban cubiertos de un pelo lanoso, espeso, y su piel desprovista de los pliegues característicos que presentan las formas actualmente vivientes en los trópicos, y es de creer que nuestros indivíduos, por el hecho de vivir juntamente con las Tortugas, se aproximarían á las formas que en la actualidad viven en Oriente. Se alimentaban de Coníferas y de Salicíneas, según indican los restos encontrados en las depresiones ó valles de sus molares.

El *Rhinoceros Mercki*, según Zittel, vivió durante el periodo preglacial y glacial en las extensas regiones del Norte y centro del Asia y en toda la Europa septentríonal y central, pues de ella se han encontrado numerosos restos en el S. de Inglaterra, junto con los de *Elephas antiquus;* en el valle del Rhin, en Turin-

(1) Zittel, *Traité de Paléontologie*, t. IV, p. 296, ed 1894.

gia, alta Italia, Francia y España. Actualmente vive una especie muy afine en la India, en la isla de Java y en Sumatra, que se distingue casi no más que por la ausencia de grandes incisivos.

Lo mismo en esta cueva que en las del mediodía de Francia vá el *Rh. Mereki* acompañado de la misma especie de Molusco *(Helix Depereti),* de la cual se han encontrado muchos restos. *(V. infrâ).*

Cervus elaphus Linné

Var. *minor*

Lám. III, fig. 3; Vol. III, Lám. I, fig. 1.

Otros ejemplares remitidos á M. Depéret pertenecen á un Ciervo, acerca de los cuales dice lo siguiente:

«Hay dos fragmentos de cuerno con bifurcaciones de la hita superior, que no pueden pertenecer al grupo de los Corzos *(Cervus capreolus* Linné). Lo mismo debo decir de una punta terminal de hita, cuya sección es casi redonda, y de un fragmento de mogote encorvado en forma de arco. Otro de los fragmentos es de mandíbula, que lleva en sus alveolos un molar posterior, probablemente el m^2 y una parte del m^3, no desgastado, todavía en estado rudimentario. Su altura es bastante notable, de suerte que recuerda el *Cervus Cazioti* Depéret del cuaternario de Córcega; pero este último carece de tubérculo interlobar ó apenas lo tiene, y sus hitas son muy diferentes. En el animal de Gracia el tubérculo interlobar es prolongado, de suerte que excede la mitad de su altura, siendo así que raras veces se presenta tan largo en los animales del grupo del *Cervus elaphus*. En resumen, me inclino á creer que el animal en cuestión pertenece á una raza de pequeña talla, del grupo del *C. elaphus*, próxima, quizás, á la pequeña raza actual de la isla de Córcega.»

Además se han reconocido algunos fragmentos de húmero y uno de la base de un asta (Lám. III, fig. 3).

Este Ciervo es una de las especies más abundantes en los países montañosos y poblados de árboles de Europa y en el Asia occidental.

REPTILES

Testudo Lunellensis n. sp.

Lám. I, fig. 3; Lám. II, fig. 2; Lám. III, fig. 4-5.

En las cavernas de Lunel Vieil, situadas á poco más de un kilometro al NO. del pueblo de este nombre, y á unas 3 leguas al E. de Montpeller, existen varias grutas á 17 metros sobre el nivel del mar, en las cuales fueron encontrados ya en el año 1824 numerosos huesos fósiles de mamíferos y reptiles. Entre estos últimos reconoció Marcel de Serres los restos de una Tortuga que, así este autor como

Dubreuil y Jeanjean la describieron atribuyéndola equivocadamente á la *Testudo græca* actual. P. Gervais, en la *Zoologie et Paléontologie française*, lám. LIII, f. 3, dió la figura del peto de un individuo procedente de estas grutas, sin referirlo á especie alguna determinada; lo cual indica que no se conformó ya desde un principio con la opinión de los citados autores.

El hallazgo de esta misma forma en la gruta de Gracia ha venido á suministrar nuevos argumentos para separarse de la opinión de los primitivos autores, dando pié á M. Depéret para afirmar que realmente es una especie distinta de la *Testudo græca* actual, para la cual propone el nombre de *T. Lunellensis*, al objeto de recordar la localidad donde fué por primera vez descubierta.

Aunque no son escasos los restos de esta especie existentes en el yacimiento de can (casa) Montané, solo ha podido recogerse un individuo con su espaldar y peto completos. En el mismo sitio y en la misma capa se han encontrado muchos huesos de miembros y fragmentos de ellos (húmero, cúbito, fémur, tíbia, etc.), algunos de los cuales, por sus proporciones, deben referirse, sino al propio individuo, á lo menos á la misma especie, sin que pueda afirmarse cuáles son los que á ella pertenecen, por haberse encontrado juntas las *T. Lunellensis* y *T. ibera*.

El espaldar es notable por su convexidad relativamente poco acentuada y por su anchura, de manera que la relación del diámetro transversal con el longitudinal es aproximadamente de 70 por 100; la convexidad de la parte media es poco pronunciada y presenta en su región anterior un declive bastante fuerte más acentuado en la posterior y casi vertical en los lados. La disposición de las primeras piezas vertebrales origina una concavidad. Las piezas óseas del espaldar son las del tipo ordinario de las *Testudo*, á saber: una serie de placas impares en su línea media, de las cuales la anterior (pieza nucal) es de medianas dimensiones, de forma rectangular, pero algo más larga que ancha; se estrecha súbitamente en su parte posterior, llegando á tomar una forma angulosa, y la posterior (pieza pigeal) es mayor que las ocho restantes piezas vertebrales; éstas ofrecen entre sí cierta alternancia en el tamaño, siendo las impares más estrechas y pequeñas que las de número par, cuya alternancia es mucho menos acentuada que en los tipos vivientes (v. gr. *T. mauritanica)*. Las piezas costales, en número de ocho á cada lado, son, como en las demás *Testudo*, alternativamente ensanchadas y estrechas por su parte interna. Las piezas marginales son notables por su gran altura vertical.

La señal de las líneas de las escamas no se presenta limpia por haber desaparecido en la fig. 4 de la lám. III una porción de espaldar en una parte y estar cubierta de travertino muy compacto en la otra; pero en la fig. 3 de la lám. I correspondiente á otro ejemplar mejor conservado se ve perfectamente. Nótase la existencia de prominencias ó gibosidades más ó menos pronunciadas en la parte media de las grandes escamas vertebrales y surcos más ó menos concéntricos en las grandes escamas costales que se conservan en los ejemplares.

El peto es muy desarrollado y presenta la forma habitual de las *Testudo*. La

parte anterior es truncada y ligeramente escotada en su región media y no presenta muescas laterales al lado de las episternales, como se observa en las Tortugas vivientes. El endosternón ofrece la forma de un exágono de lados desiguales, con el ángulo anterior algo truncado y el posterior agudo, en el cual vienen á confundirse el surco húmero pectoral y la línea de sutura ósea posterior, según hemos dicho. La parte posterior, formada por las piezas xifisternales, es bastante ancha y abiertamente arqueada, describiendo un arco de circunferencia de largo radio. La escama gular, doble, triangular, avanza hacia atrás penetrando en la parte anterior del endosternón. Las escamas humerales son de medianas dimensiones y distan bastante de la escotadura axilar. Las escamas pectorales, abdominales y femorales han dejado sobre los huesos del peto surcos areolares muy acentuados. Las escamas anales tienen una anchura proporcionada á su dimensión ántero-posterior.

Nada podemos decir sobre los huesos de las extremidades que se han recogido, por la dificultad de descifrar los que pertenecen á esta especie y á la siguiente, ya que se han encontrado juntas.

Esta Tortuga es muy interesante por formar parte del grupo mediterráneo actual, representado por las *Testudo græca, T. mauritanica* y *T ibera,* sin poderse referir á ninguna de ellas. Difiere sobre todo por los caractéres siguientes: en las tres especies citadas el borde posterior de la escama humeral está separado cerca de un centímetro del borde posterior del endosternón, mientras que en el peto de la de Gracia este surco húmero-pectoral viene á confundirse con la línea de sutura ósea posterior del endosternón. y la pieza nucal, en fin, es de medianas dimensiones, más bien pequeña, rectangular, algo más larga que ancha, terminando en punta en la parte posterior.

Testudo ibera Pallas
Var.

Además de la especie anterior, y junto con la misma, se han encontrado muchos restos de una variedad de la actual *Testudo ibera,* de la que difiere sobre todo por el tamaño, el cual es mayor en nuestra forma cuaternaria. En efecto, se le parece: 1.° por la forma poligonal regular del endosternón, que termina en punta roma posteriormente; 2.° por la forma de la escama anal, que es un poco más ancha que larga; 3.° por el surco abdómino-femoral poco arqueado anteriormente en su parte externa.

El tipo vive actualmente en el NO. de Africa, en Siria, en el Asia menor, en la Transcaucasia y en Persia. En el Museo Británico las hay del Mogador, valle de Meander, Xanthus, Transcaucasia Arálica, entre Suguti y Duruh (NE. de Persia), Karman (SE. de Persia.)

El hallazgo *in situ* de una especie desaparecida *(T. Lunellensis)*, junto con una variedad de nuestra Tortuga viviente en la Península *(T. ibera)*, de la que es

quizás una forma ancestral constituye, en opinión de M. Depéret, un hecho paleontológico por demás interesante.

MOLUSCOS

Confiado á M. A. Locard el estudio de los Moluscos recogidos en la caverna de Gracia, ha escrito la nota que, traducida, ponemos á continuación:

Helix Depereti Locard

Lám. I, fig. 1

Helix Depereti Loc , 1891. *Not. coq. quatern. Beaume d' Hostun*, in *Ann. Soc. Linn. Lyon*, t. XXXVIII, p. 31 (tir. á part, Lyon, 1890, p. 9).

Referimos á la *Helix Depereti* dos ejemplares que corresponden á dos variedades muy distintas: una de ellas puede considerarse como var. *globulosa*, que hemos ya indicado en los yacimientos de la cueva de Hostun; la otra constituye una var. *major* (Lám. I, fig. 1) nueva, que no nos parece deber erigirse en especie distinta. La talla es relativamente muy grande, puesto que alcanza 30 milímetros de altura por 39 de diámetro máximo, mientras que el tipo no pasa de 22 de altura por 32 de diámetro; la forma es un poco más globulosa que el tipo, si bien no se diferencia de él ni por la manera de enrollarse la espira, ni por la facies de la última vuelta, puesto que son sensiblemente idénticas. Debe notarse que en todos los ejemplares cuyas dimensiones nos ha sido posible tomar, hemos siempre observado esta misma proporción de 10 mm. entre la altura y el diámetro. Es verdaderamente notable encontrar á tan gran distancia geográfica esta misma especie particularmente característica de los depósitos de la cueva de Hostun. En cuanto á la diferencia de talla, nada presenta de anormal, pues es un simple fenómeno debido á influencias de la temperatura local. ¿Acaso no encontramos en el departamento de los Pirineos Orientales *Helix nemoralis* (1) por ejemplo, que es una especie de este mismo grupo, cuya talla alcanza 29 mm. de altura y 32 mm. de diámetro, mientras que en los del Ain y del Ródano esta misma especie no excede de 14 á 15 mm. de altura por 18 á 23 mm. de diámetro máximo? (2) Semejantes variaciones no son raras en malacologia.

Helix Almerai nova sp.

Lám. I, fig. 2; Lam. II, fig. 1.

Descripción.—Concha de talla relativamente grande, de forma globulosa un poco conoidea, bastante elevada, notablemente más desarrollada superior-

(1) *Helix memoralis* Linn., 1758, *Syst Nat*, ed. x, p. 773.—Locard, 1894, *Conch. franç*, p. 81. fig. 55.

(2) A. Locard, 1852. *Contrib. faune malac. franç.* V. p. 12—1892.—*Influences des milieux sur le dévelop. moll.* p. 68 et seq.

4 NOV. 1903

mente que en la parte inferior.—Espira alta, compuesta de 5 ½ á 6 vueltas (las primeras son embrionales), de crecimiento regular, progresivo, de perfil ligeramente convexo; la última vuelta es muy grande, muy alta y un poco mas redondeada en la parte inferior que en la superior, igual desde su origen á casi la mitad de su altura total, fuertemente inclinada en el último tercio de su longitud y apenas más dilatada en su terminación.—Sutura poco profunda y muy manifiesta.—Apice obtuso.—Abertura grande, muy oblícua, suboval, apenas más aneha que alta, muy escotada sobre la penúltima vuelta.—Peristoma discontinuo, reflejado (incompleto).—Ombligo nulo.—Concha sólida, gruesa, adornada de estrias longitudinales, algo flexuosas, bastante finas, irregulares y aproximadas.

Dimensiones.—Altura total, 37 mm., diámetro máximo, 40 mm.

Observaciones.—Esta especie, que me complazco en dedicar al Dr. Almera, quien me la ha comunicado, pertenece también al grupo de la *Helix nemoralis* y representa la forma de mayor talla y más cónica del mismo. Se distingue de la *Helix Depereti* y señaladamente de su var. *major* por su talla, todavia mayor, por su forma más elevada, más globulosa; por su espira proporcionalmente más breve; por su última vuelta mucho más elevada así en su orígen como en su extremidad, de perfil menos regularmente redondeado, más abultado en la base, declive en mayor trecho hácia su extremo. El estado de conservación de los dos ejemplares que tengo á la vista no me permite apreciar suficientemente los caractéres de su abertura; no obstante me parece que en la *Helix Almerai* la abertura es proporcionalmente menos transversa y por tanto menos ovalada que en la *Helix Depereti*. En un ejemplar joven, el perfil de la última vuelta es todavía mas irregular; se presenta como si fuera vagamente aquillado en su primera mitad, desde su nacimiento. (Lám. II, fig. 1.)

Puédese también en rigor, aproximar la *Helix Almerai* á la *Helix aspersa* (1), pero se distingue fácilmente por su concha siempre más breve, más replegada, más robusta; por su espira un poco más elevada, si bien la última vuelta lo es ménos; por el perfil particular que ofrece la referida última vuelta; por su mayor aplanamiento en la parte superior y por presentarse más redondeada en la parte inferior; por ser mucho menos desarrollada transversalmente en su extremidad; por ser declive en mucho mayor trecho hácia su terminación, etc.

---

(1) *Helix aspersa* Müll, 1774, *Verm, terr. fluv. Hist.*, II, p. 59.—Locard, 1874, *Conch. franç.*, p. 74, f. 77.

Cyclostoma Lutetianum Bourguignat

Cyclostoma Lutetianum Bourguigna, 1869, *Cat. moll. diluv. Paris*, p. 11, pl. III, f. 40-47.— Locard, 1894, *Conch. franç.* p. 343, fig. 492.

Esta especie, muy distinta del *Cyclostoma elegans* (1), ha sido creada por Bourguignat para una forma del *diluvium* de la cuenca de Paris. Desde entonces ha sido encontrado en estado viviente en muchas localidades del centro y, sobre todo, del mediodía de Francia, en Italia, isla de Elba, España, Portugal, etc. Aunque el único ejemplar que me ha sido comunicado sea bastante incompleto, opino, con todo, que puede referirse á esta especie. Se distingue siempre del *Cyclostoma elegans* por su mayor talla, su concha más cónico-prolongada, su espira más elevada, su última vuelta más alta, muy convexa y redondeada, su sutura más profunda, su concha adornada de estrías más aproximadas, más finas, más delicadas, etc.

---

(1) *Nerita elegans* Müll. 1774, loc. cit., II, p. 177.– Locard 1894, loc. cit., p. 342, f. 491.

PRESENTED
4 IV. 1903

ALMERA — *Depósitos pliocénicos de Barcelona.*

LÁM. 1.

1. *Cervus elaphus* Linné, Var. *minor* (mandíbula con m^2 y parte de m^3).
2. *Hippopotamus major* Cuvier (molar posterior inferior).
3. *Idem id.* (incisivo superior).
4. *Ursus spelœus* Cuvier (canino inferior).
5. *Lamna (Odontaspis) contortidens* Agassiz.
6. *Notidanus primigenius* Agassiz.

ALMERA y BOFILL. — *Caverna de Gracia*

LÁM. 1.

1. *Helix Depereti* Locard, Var. *major* Locard.
2. *H. Almerai* Locard.
3. *Testudo Lunellensis* Almera et Bofill (espaldar).

1

2

1. *Helix Depereti* Locard Var. *globulosa* Locard.—Lâm. II, fig. 1 del texto delendum.
2. *Testudo Lunellensis* Almera et Bofill (peto).

ALMERA y BOFILL. — *Caverna de Gracia*

LÁM. 3.

1. *Rhinoceros Mercki* Kaup (fragmento de mandíbula superior derecha de un individuo joven).
2. *Idem id.* (maxilar con el 1.° y el 2.° molar de leche).
3. *Cervus elaphus* Linné, Var. *minor* (base de una asta).
4. *Testudo Lunellensis* Almera et Bofill (espaldar).
5. *Idem id.* (peto de distinto individuo).

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 34

NUEVAS CONTRIBUCIONES

Á LA FAUNA DE LOS HIMENÓPTEROS FÓSILES

POR

MR. FERNAND MEUNIER

NOTA

LEÍDA POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

D. LUIS MARIANO VIDAL

Publicada en julio de 1903

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1903

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 34

NUEVAS CONTRIBUCIONES

Á LA FAUNA DE LOS HIMENÓPTEROS FÓSILES

POR

MR. FERNAND MEUNIER

NOTA

LEÍDA POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

D. LUIS MARIANO VIDAL

Publicada en julio de 1903

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1903

NOTA

leída por el Académico numerario

D. Luis Mariano Vidal

en la sesión del 30 Marzo 1903

La Academia recordará que el año último presenté una impresión de un insecto fósil procedente del jurásico de la Sierra del Montsech (provincia de Lérida). Había sometido aquel ejemplar al exámen del sabio paleontologista berlinés H. Oppenheim, quien vió en él una especie nueva de *Cicada:* mas impidiéndole estudiarlo urgentes ocupaciones, lo remití por indicación suya á Monsieur Fernand Meunier, de Bruselas, quien confirmó aquella clasificación, colocándolo en el género *Paleontina*, y su interesante trabajo vió la luz en las Memorias de esta Corporación (1).

Este género *Paleontina* era ya conocido en el jurásico superior de Europa.

Hoy cábeme la satisfacción de dar á la Academia cuenta de otro insecto fosil procedente del mismo paraje. Es un *himenoptero,* orden conocido solo en el *terciario*, hasta hace pocos años que se descubrió en el *cretáceo* (tramo cenomanense): pero en la época *jurásica* no se le había descubierto aún. Así me lo comunica M. Fernand Meunier á quien lo envié para su estudio, y paso á dar lectura, traduciéndola, de la nota en que hace su descripción. El autor da á continuación una noticia sobre un pimplido del tramo sextiense de Aix (Provenza), y termina presentando un cuadro de los *himenopteros* secundarios y de los *pimplidos* secundararios y terciarios que se conocen.

(*) Mem. R. Acad. de C. y A. de Barcelona.—Junio 1902

NUEVAS CONTRIBUCIONES

Á LA FAUNA DE LOS HIMERÓPTEROS FÓSILES

por

Mr. Fernando Meunier

I.

Un pimplido *del tramo* kimeridgense *de la Sierra del Montsech (Cataluña)*

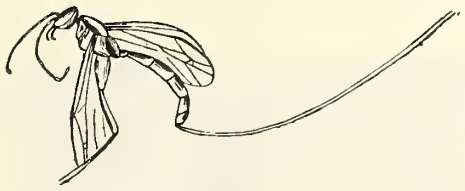
Los himenopteros fósiles de los terrenos secundarios pueden ser contados en el número de las grandes rarezas paleontológicas. Schlotheim, Giebel, Heer, Scudder, Goss y Fric, han hecho algunas observaciones relativas á estos insectos. El descubrimiento de un articulado de este orden en los esquistos del cenomanense de Bohemia es tanto más interesante, cuanto que se pensaba, hace algunos años, que estos insectos no podían haber hecho su aparición sino en la época terciaria. Fric acaba de describir una excrecencia, el *Nematus? lateralis*, que piensa haber sido formada por un *Nematido*.

Fig. 1.—*Ephialtites jurassicus* nov. s p. aumento 1 : 3
(La forma de la areola alar *Spiegelzelle*, es invisible)

Ya, en 1862, C. de Heyden había señalado sobre una hoja de *Inglans acuminata* una serie de agallas de un Cecidomyidio el *Cecidomyia dubia*, del tramo aquitánico de Rott. Las determinaciones de fósiles de este género, siempre bastante problemáticas, no pueden apenas darnos luz para la paleontología estratigráfica.

El insecto del kimeridgense de la tierra del Montsech sometido á mi examen por D. Luis Mariano Vidal, no es de una conservación muy notable: sin embargo, por el aspecto general del cuerpo, las trazas de nerviaciones alares, y por el taladro, parece deber colocarse cerca de los Ichneumónidos del género *Ephialtes*. El detalle de la morfología de las antenas, del metatorax, y de la topografía alar no siendo apenas visible, será preferible designarle con el nombre de *Ephialtites*.

Demos ahora la descripción de este metabolo jurásico



Louise Meunier del.

FIG. 2.—Restauración del *Ephialtites jurassicus*

Tiene $7\frac{1}{2}$ milimetros de longitud, y $1\frac{3}{4}$ milimetros de ancho. Los artejos de las antenas son indistintos.

No se puede apreciar los caracteres del metatorax que sirven ordinariamente para la desmembración de los géneros de esta familia. El abdomen es sentado y compuesto de siete segmentos.

Ha quedado comprimido en la caja caliza. (fig. 1.)

Las patas son tan robustas como las de los Efialtos.

La longitud del taladro es comparable á la de muchas especies de Pimplidos de la fauna actual.

Al primer examen del fosil yo no podía creer que esta traza de órgano representase el oviscapto del insecto: pero después de un estudio detenido, he llegado á reconocer su verdadera naturaleza morfológica.

A juzgar por los 5 himenópteros actualmente conocidos, se puede suponer que algunos tipos de *terebrantia* han comenzado á evolucionar hácia el fin de los tiempos jurásicos.

II.

Un PIMPLIDO *del tramo* SEXTIENSE *de Aix (Provenza)*

En 1852, De-Saussure (1) ha descrito muy minuciosamente un *Pimpla* del *Sextiense* de Aix.

En 1856, O. Heer (2) ha dado la diagnosis de otra especie de esta familia, el

(1) Revue et Magazin de Zoologie. 2.ª Série. T. IV. pág. 579-582. 1 fig. Paris.

(2) Viertelgalschrift. des natur. Gesellsch. p. 29. Zürich.

P. Sausurii, que se distingue del *P. antiqua* por un abdomen mas pequeño y una menor talla. Como hace notar O. Heer, el *P. Sausurii*, no pertenece sino con duda á este género, porque este fosil carece de alas.

En 1896, (1) yo he dado algunas cortas notas con motivo de un *Pimpla* del aquitánico de los lignitos del Rin. Al clasificar los insectos fosiles del Museo de Lausana que me han sido comunicados por el Profesor M. E. Renevier, he visto dos individuos de un *Pimpla* que se separan por su talla, visiblemente más pequeña, de las especies de Saussure y de Heer.

Fig. 3.—*Pimpla Renevieri*, nov. s p. Aumento 1 · 8
(La forma de la areola es indistinta)

Este ichneumonido tiene 3 ½ milims. de longitud y ¾ milims. de ancho. En uno de los ejemplares observados, la parte del taladro visible tiene 1 milim. de longitud. El abdomen parece estar compuesto de 8 segmentos. El estigma alar es bastante grueso; pero la forma de la areola no permite decidir si este insecto pertenece á la sección de los ichneumonidos *pentagonales* ó *deltoides*. Sin embargo: por el aspecto general del cuerpo, este himenóptero se coloca con toda verosimilitud en el género *Pimpla*. Su grandor es intermedio entre el de los *P. antiqua* y *Saussurii*.

La presencia de una nueva especie de *Terebrantia* en los esquistos de esta formación geológica parece indicar, una vez más, que estos articulados se hallaban en plena evolución durante toda la extension de los tiempos oligocenos. (2)

---

(1) Ann. Soc. scient. de Bruxelles. T. XX. pág. 277-278.

(2) El ambar del Báltico guarda algunos géneros de ichneumonidos y de raros apidos. Como es sabido, el succino no se encuentra sino por efecto de transporte, *Gesehiebe*, en las capas marinas del Oligoceno inferior de Samland. La fauna remonta muy probablemente al coceno superior.

Cuadro de los himenópteros secundarios y terciarios (1)

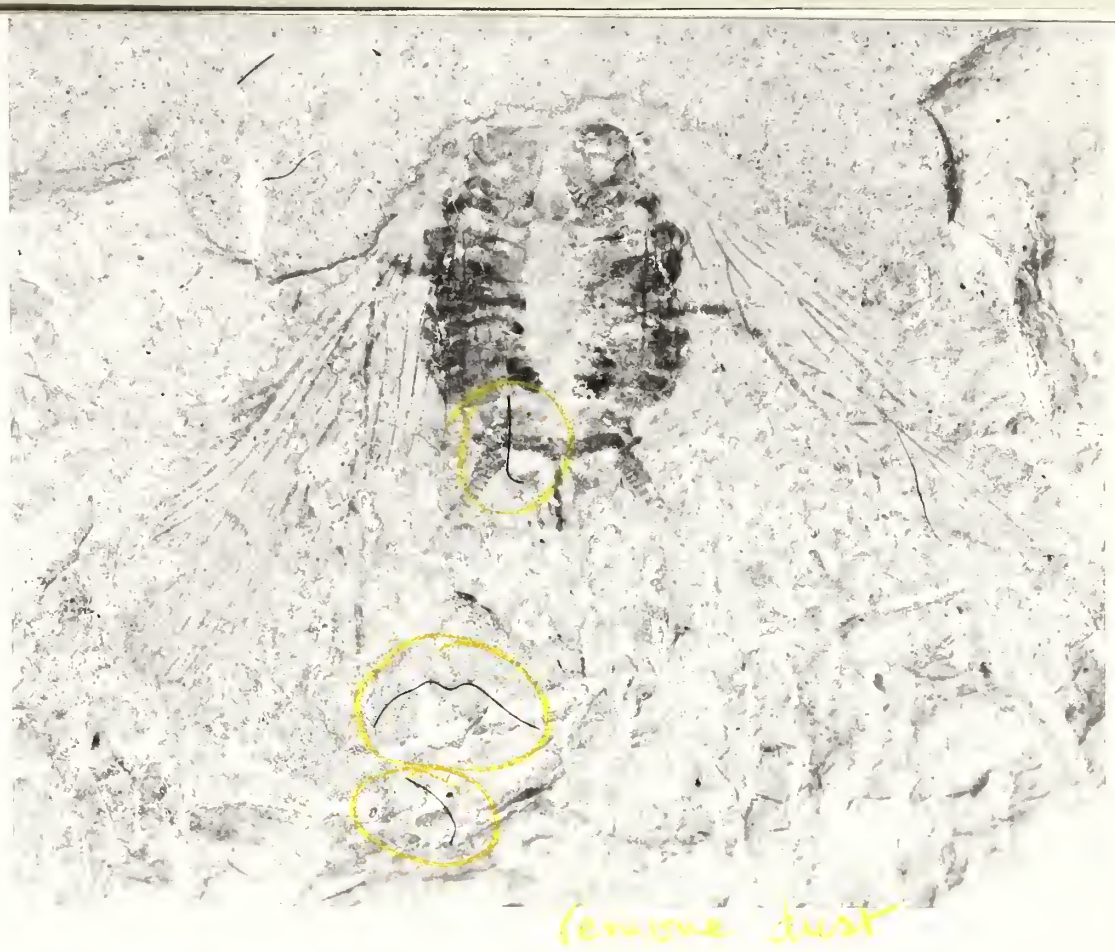
Terciario	Aquitanico (Rott). . .	*Pimpla*. Meunier: 1896.
	Oligoceno (tramo indeterminado	*Pimpla* (2) Giebel: 1846. Pictel: 1854. Scudder: 1881.
	Sextiense (Aix: Francia)	*Pimpla antiqua*. Saussure 1852. *Pimpla Saussurii*. Heer: 1856. *Pimpla Renevieri*, nov. sp.
	Ambar del Báltico (eoceno superior). . .	*Pimpa Succini*. Giebel: 1856.
Jurásico	Portlandense	*Ichneumon*. Schlotheim: 1820. *Sirex antiquus*. Czssmann: 1877. *Myrmica* (Myrmicium) *Heeri*. Westwood: 1854. Giebel: 1856. Scudder: 1885. (Purbeck inferior).
	Kimeridgense (Cataluña).	*Ephialtites jurassicus*. nov. sp.

(1) En 1842 Buckland (Mag. of. Nat. history, Vol. IV. pág. 163), dice haber visto en las colecciones de Glasgow algunos pequeños insectos clasificados como himenópteros del hullero de las cercanías de dicha ciudad. Con razón consideraba que los tales articulados no habían sido estudiados con cuidado. Yo añadiré que los estudios de entomologia fosil permiten afirmar que ningún *metabola* puede encontrarse en capas que pertenezcan á este nivel estratigráfico.

(2) Que yo sepa, el género *Pimpla* no ha sido aun encontrado en el copal subfosil y de formación actnal.

PRESENTED
4 NOV. 1903

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY


remove dust

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 35

NOTICIA

SOBRE LOS PECES DE LA CALIZA LITOGRÁFICA DE LA PROVINCIA DE LÉRIDA (CATALUÑA)

POR

M. H. E. SAUVAGE

LEÍDA POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

D. LUIS MARIANO VIDAL

Publicada en julio de 1903

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1903

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 35

NOTICIA

SOBRE LOS PECES DE LA CALIZA LITOGRÁFICA DE LA PROVINCIA DE LÉRIDA (CATALUÑA)

POR

M. H. E. SAUVAGE

LEÍDA POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

D. LUIS MARIANO VIDAL

Publicadas en julio de 1903

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1903

NOTICIA SOBRE LOS PECES DE LA CALIZA LITOGRÁFICA

DE LA PROVINCIA DE LÉRIDA (CATALUÑA)

POR

M. H. E. SAUVAGE

Leída por el académico numerario

D. LUIS MARIANO VIDAL

Sesión del 30 de Junio de 1903

I

La caliza litográfica de Solenhofen es célebre de mucho tiempo, por el gran número de fósiles que ha dado, con frecuencia de una admirable conservación. Así es que la clase de *peces* está representada por 81 especies á saber:

Selacios tectospondilos.	3
Selacios asterospondilos.	4
Holocefalos.	3
Teleostomos condropterigios.	6
Teleostomos actinopterigios.	65

Las investigaciones de V. Thiollière, de Falsan y de Dumortier han hecho ver que existe en el Bugey un nivel de peces representado por plaquitas de caliza litográfica en Cerin, en Orbagnoux y en Nantua; por esquistos calizos muchas veces impregnados de betun en el lago de Armaille: estos esquistos se vuelven á encontrar en el Isèré, en Crevs y en Morestel.

Aunque menos rica que la de Baviera, la fauna ictiológica de los esquistos litográficos del Bugey, ha suministrado 37 especies que son pertenecientes á

Selacios tectospondilos.	3
á Teleostomos actinopterigios.	34

Hay especies comunes á las calizas litográficas de Baviera y del Bugey, como son:

Rhinobatus bugesiacus, Thiollière:
Lepidotus notopterus, Agassiz:
Ophiopsis attenuata, Wagner:
Gyrodus frontatus, Agassiz:
Megalurus elongatus, Agassiz:

Pero la asimilación de *Microdon Bernardi*, Thiolliere; *Caturus furcatus*, Agassiz; *Caturus pachyurus*, Agassiz y *Belonostomus tenuirostris*, Agassiz, es dudosa según Smith Woodward.

Las calizas litográficas con peces no están limitadas á la Baviera y al Bugey; pues D. Luis Mariano Vidal ha descubierto en el Montsech, en término de Santa María de Meyá, provincia de Lérida, calizas hojosas de textura muy fina, enteramente comparables á las calizas litográficas que se explotan en el jurásico superior de Baviera.

En estas calizas, además de un batracio anuro *Palaeobatracus Gaudryi* Vidal, y de un insecto estridulante *Palaeontina Vidali*, Fernand Meunier (1) se han recogido vegetales y peces.

Los peces hasta hoy conocidos de estas calizas litográficas de la provincia de Lérida, son en número de 13 especies, que son:

Spirangium
Undina ? Leridæ, nov. sp.
Lepidotus, sp.
Lepidotus Ilergetis, nov. sp.
Propterus Vidali, nov. sp.
Microdon aff. Egertoni, Thiollière
Caturus Tarraconensis, nov. sp.
Megalurus Wodwardi, nov. sp.
Aspidorhyncus ?
Leptolepis Voithi, Agassiz.
Œthallon Vidali, nov. sp.
Æthalion gigas, nov. sp,
Vidalia Catalunica, nov. gen. nov. sp.

Entre estas especies, *Leptolepis Voithi* es característico de las calizas litográficas de Baviera (Solenhofen, Kelheim). Otro *Lepidotus* muy mal conservado para poder ser clasificado con certeza, recuerda *L. Itieri*, Thiollière, de Cerin en el Bugey. El *Lepidotus ilergetis*, nov. sp. es parecido al *L. notopterus*, Agassiz, de Baviera y del Bugey. Un *Microdon* es próximo al *M. Egertoni* Thiollière, del cual parece ser la edad joven.

En cuanto á los géneros representados en las calizas litográficas de Lérida, los *Lepidotus* y *Caturus* tienen una distribución geográfica muy extensa para ser característicos.

El género *Undina* aparece en el Lias inferior de Inglaterra por medio de dos

(1) D. Luis Mariano Vidal.—Sobre la presencia del tramo Kimeridgeuse en el Montsech, y hallazgo de un batracio en sus hiladas. — Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, 1902.

M. Fernand Meunier.—Una nueva cicada del Kimeridgense en el Montsech. — Idem.

especies, una de ellas dudosa. Está representado por dos especies en las calizas litográficas de la Baviera y del Bugey. Los géneros cercanos *Libys* y *Coccoderma* son de Baviera. En cuanto al género *Heptanema*, se conoce una especie en el keuper superior del lago de Come y otra de Baviera.

El género *Microdon* es exclusivamente jurásico: su máximo desarrollo está en el jurásico superior con 11 especies, de las cuales hay 6 en las calizas litográficas.

El máximum de desarrollo de la familia de los *Macrosemidos* está en la época del jurásico superior: de 31 especies conocemos 26 de esta época, de las cuales hay 17 en las calizas litográficas de Baviera y del Bugey.

En cuanto al género *Propterus*, de 4 especies hay 3 en este último nivel y 1 en el jurásico superior de Italia.

De 7 especies de *Megalurus*, 1 es del Purbeck de Inglatera: las otras son de las calizas litográficas de Baviera y del Bugey.

En la familia de los *Leptolépidos*, el género *Leptolepus* tiene una ancha distribución geológica desde el Lias hasta el jurásico superior: el género *Thrisoops* es de este último nivel y del Cretáceo. En cuanto al género *Æthalion* no era conocido sino por 3 especies de pequeña talla del Kimeridgense inferior de Baviera.

Las afinidades de la fauna ictiológica de las calizas litográficas de la provincia de Lérida son, como se ve, con la fauna de Baviera y del Bugey: y ya hemos dicho que estas dos últimas comarcas tienen especies comunes.

Hay más: el señor Vidal ha recogido en Santa María de Meyá, vegetales que han sido estudiados por M. Zeiller, entre los cuales hay el *Pagiophyllum cirinicum* Saporta que es característico de la flora del Bugey. La asimilación, pues, de las calizas litográficas de la provincia de Lérida con las de Baviera y del Bugey, es completa.

¿Cuál es la edad de estas Calizas litográficas?

Según Oppel (1) y A. de Lapparent (2) en la Alemania central, por encima del horizonte coralígeno, que repesenta probablemente la parte superior del *Pteroceriano*, se encuentran calizas litográficas, idénticas á las que se explotan en Solenhofen en Baviera. Estas últimas pueden ser consideradas como equivalentes de las arcillas de *Exogyra Virgula* de Inglaterra, de Normandia, del Boulonnais de las lumaquelas de las Ardenas, de Franco-Condado, y de los esquistos y calizas de peces y de zamites del Bugey.

Nuevas investigaciones han demostrado al profesor A. de Lapparent (3) que las calizas litográficas de Cerin deben ser colocadas en la parte superior del *Virgulense*, y las calizas de Solenhofen, de Eichtadt etc. en la base del *Portlandense*, ó *Boloniano*.

---

(1) Oppel — Die jura formation.
(2) De Lapparent — Traité de Paleontologie, 1883.
3) Id. 1900. pág. 1194, 1223.

Emilio Hang ha admitido también que las calizas de *Oppelia lithographica* pertenecen al *Porlandense inferior*, ó *tithónico* de Oppel. Estas calizas son contemporáneas de las calizas de *Oppelia lithographica* del Ródano del Diphakalk inferior y de la zona de Waagenia Beckeri de la parte oriental de la región Mediterránea: de las zonas de *Stephanoceras portlandicum* y *Perisphinctes Bleecheri* de la cuenca anglo-parisiense (1).

Ya hemos visto que las calizas litográficas de la provincia de Lérida tenían que ser asimiladas á las calizas de peces y de vegetales del Bugey, deben por lo tanto probablemente, pertenecer al *Virgulense* superior.

II

Orden de los *Quimeroides ?*

B. Renault y R. Zeiller han llamado la atención en 1886 sobre las relaciones que las *Fayolia* y los *Palœoxyris* (Spirangium), hasta entonces colocados entre los vegetales, presentan con los huevos de ciertos escualos, tal como el *Cestraceon Philipsi*, y de los *Holocéfalos*, *Quimeras* y *Callorincos*. Opinan que los *Fayolia* son huevos de peces que podrían muy bien ser de *Cestracion*, de *Scyllium* y de *Quimera*. En cuanto á los *Palœoxyris*, tienen con los *Fayolia* tantas afinidades, que es preciso admitir para ellos la misma intepretación (2).

Después se han citado huevos de peces Holocéfalos. Así es como Otto Yackel (3) ha figurado la impresión de un huevo procedente de las capas ferruginosas de Aeler, Wurtemberg (Jura pardo B.); huevo que recuerda mucho el del *Callorhynchus antarcticus* actual, Yackel refiere este huevo al *Ischyodus* (*Aletodus*) *ferrugineus*. Priess.

El señor Vidal ha recogido en la caliza litográfica de la provincia de Lérida un *Spirangium* de cerca 13 centímetros de longitud. La parte central de forma ovalada está provista de una docena de líneas helizoidales salientes y espaciadas, entre las cuales la superficie del huevo está deprimida: las depresiones, limitadas por líneas menos salientes cruzadas con las otras, tienen una forma algo alargada. La extremidad posterior es la más prolongada: tiene 5 centímetros. La extremidad anterior es más gruesa, se confunde con la parte central, y en parte la recorren líneas como á ésta. La forma del huevo recuerda mucho el de los Holocéfalos, tal como ha sido figurado por Augusto Dumeril (4).

El profesor M. Leon Vaillant que ha examinado la fotografía del *Spiran-*

---

(1) Portlandieu, Tithonique et Volglen. — Bull. Soc. Géol. de France 3.ª Série xxvi, pág. 197 — 1898

(2) Comptes rendus del'Academie des Sciences, t. cvii. p. 1022.

(3) Ueber jurassische Zähne und Eier von Chimäriden — Neues Jahrbuch für Mineralogie Geologie und Palœontologie, Bd. xiii.

(4) Histoire naturelle des poissons. p. 683. pl. viii. fig. 8.

gium de Lérida, me comunica que este cuerpo no parece ser un huevo de *Elasmobranquio*, sino que sus extremidades le aproximan á los *Holocéfalos* aunque los huevos de éstos no tengan una doble série de estrias oblícuas. Estas no son comparables con la rampa helizoidal del *Cestracion Philipsi* ni con las costillas paralelas del de una Lisa desconocida figurada por Dumeril (1).

La asimilación del *spirangium* de Lérida es, como se ve, dudosa.

FAMILIA DE LOS CŒLACÁNTIDOS

Undina Leridæ, nov. sp.

Lám. 1. fig. 2. Lám. 4, fig. 6.

El Sr. Vidal ha recogido la extremidad posterior de un pez, que indica una especie de bastante gran talla: la altura en el pedículo caudal es de 5 centímetros, lo cual daría una longitud de 50 centímetros para el pez.

La nadadera caudal es larga de 12 centímetros, redondeada, compuesta de 26 á 28 gruesos radios en número igual en cada lóbulo, formados por largos artejos. En la parte media de la nadadera se ve la traza de la notocorda, de modo que podría existir una pequeña nadadera suplementaria. Las neurapófisis y las hemapófisis de la parte posterior de la región caudal son largas. La nadadera anal está muy retirada: es poco extensa, compuesta de 14 ó 15 radios. La dorsal posterior se inserta un poco antes de la anal, pero puede ser que haya deslizado; se le cuentan cerca de 15 radios. Se ven trazas de la primera dorsal, que es corta y se encuentra delante de las ventrales. Estas son cortas y separadas de la anal por un intervalo que es igual á una vez y media el que separa la base de esta última nadadera de la base de la caudal. Las escamas están provistas de fuertes estrías irregulares de ganoina.

En las mismas capas del pez que acabo de describir ha recogido el Sr. Vidal una placa gular de 37 milím. de longitud por 20 de ancho máximo, de forma ovalada, adornada con débiles estrías subinterrumpidas. Esta placa se parece enteramente á la de *Macropoma (Coccoderma) substriolatum* del kimmeridge-claq de Cottenham, tal como ha sido figurada por Huscley (2).

Por la disposición de la nadadera caudal, el pez que acabo de describir perpertenece ciertamente á la familia de los *Cœlacantidos*, tal como la comprende Smith Woodward.

El ejemplar recogido en Santa María de Meyá es demasiado incompleto para saber si existe ó no una caudal suplementaria: pero las articulaciones de los radios de la nadadera caudal principal son más numerosas que en *Heptanema*

(1) Id. pl. VIII. fig. 1.

(2) Mem. Geal. Survey: Dec. XII pl. X. fig. 4. 1886.

Willemoesi Vetter sp. de las calizas litográficas de Baviera: y por lo demás, la forma del cuerpo y la posición de las ventrales es diferente.

La ornamentación de las escamas no es la de los *Coccoderma:* recuerda más bien la que se ve en los *Undina.*

Si la especie de las calizas litográficas de la provincia de Lérida pertenece á este género último de, diferiría del *Undina penicillata* Münster por el mayor número de radios en la caudal y menor número de radios en la anal y en la dorsal porterior.

FAMILIA DE LOS SEMIONOTIDOS

Lepidotus, sp.

Lám. 3. fig. 1.

No conocemos esta especie sino por el vaciado de la cabeza y de la parte anterior del tronco, indicando un pez de gran talla: el trozo recogido mide, en efecto, 40 centímetros de longitud. La longitud de la cabeza es 12 centímetros. La altura de la parte anterior del tronco es de cerca 18 centím.

La cabeza demasiado incompleta para poder ser estudiada, muestra que el hocico es cónico, obtuso. La órbita, relativamente pequeña está situada un poco detrás del medio de la longitud de la cabeza. Las escamas de la parte anterior del tronco son lisas, grandes, enteras, más altas que largas.

V. Thiollière (1) ha figurado bajo el nombre de *Lepidotus Itieri* nov. sp. la parte anterior del cuerpo de una especie de la caliza litográfica de l'Ain, que por la forma de la cabeza y el tamaño de las escamas, nos parece aproximarse á la especie de España.

Lepidotus Ilergetis, nov. sp.

Lám. 1. fig. 3.

Esta especie se parece al *L. notopterus* Agassiz, de las calizas litográficas de Baviera y del Bugey, por el declive de la parte anterior del tronco y el grandor del opérculo. Difiere, sin embargo, de esta especie por la posición más retirada de la dorsal y de la anal que termina cerca de la base de la caudal, y la fuerza del pedículo caudal.

La cabeza con el aparato opercular casi tiene de longitud tanto como tiene de alto la parte anterior del tronco: perfil regularmente inclinado: hocico obtuso: aparato opercular grande teniendo cerca de la mitad de la longitud de la cabeza:

(1) Poiss, foss. du Bugey. 2.ª part. pl. III.

opérculo grande, de borde inferior oblícuo: subopérculo relativamente pequeño: preopérculo estrecho, lo mismo que el interopérculo: clavícula superior robusta: post-clavícula pequeña.

Parte posterior de la cabeza con algunas gruesas granulaciones: longitud aproximada de la cabeza 70 milím.: escamas lisas, enteras, de altura doble que la longitud.

Pedículo caudal corto, muy robusto, teniendo la mitad de la altura del cuerpo detrás de la cabeza: radios de la base de la nadadera robustos, con gruesos fulcros.

Dorsal retirada, terminando al nivel de la base de la anal, un poco más alta que larga, con 12 gruesos radios y gruesos fulcros.

Anal muy retirada, llegando los últimos radios extendidos á la base de la caudal, más alta que larga, con 10 gruesos radios muy divididos y gruesos fulcros.

Escamas lisas, que se hacen más y más pequeñas y alargadas en la parte posterior del cuerpo.

Un ejemplar bastante incompleto muestra el pez en su conjunto.

La longitud del cuerpo es de de 30 centím. cerca. El perfil de la cabeza es muy inclinado. La cabeza es pequeña y hace cerca de la quinta parte de la longitud total del cuerpo. La altura máxima del tronco está contenida casi dos veces y media en la longitud del cuerpo.

Las escamas de la parte anterior del tronco están dispuestas en líneas sinuosas: son rugosas: las de la parte posterior son lisas. Se cuentan 25 ó 26 escamas en una serie vertical tomada poco después de la cabeza en el orígen de la caudal. El pedículo de esta nadadera es robusto y mide más de la mitad de la altura máxima del tronco. La nadadera dorsal está muy retirada. Gruesos fulcros se ven en el lóbulo superior de la caudal.

Otro ejemplar muestra una nadadera pectoral desprendida, ésta es ancha, de unos 75 milím. de longitud, compuesta por lo menos de 20 radios muy divididos, los superiores más gruesos.

FAMILIA DE LOS MACROSEMIDOS

Propterus Vidali, nov. sp.

Lám. 2. fig. 1.

Cuerpo de forma ovolada. Su longitud total es tres y media veces su altura máxima. Dorso arquado. Perfil de la cabeza inclinándose en curva regular hasta el extremo del hocico. La longitud de la cabeza con el aparato opercular, cabe cuatro veces y dos tercios en la longitud total del cuerpo. Hocico tan largo

como el diámetro de la órbita, que cabe dos veces y tercio en la longitud de la cabeza.

Dorsal anterior más larga que la posterior, con 8 ó 9 radios bifurcados: gruesos fulcros en la base de la nadadera, que es poco alta. Segunda dorsal terminando un poco antes del nivel posterior de la anal. Esta nadadera es corta, truncada, un poco más alta que larga, con 7 ó 8 radios. Pedículo caudal robusto, cuya altura es cerca del tercio de la altura máxima del tronco. Nadadera caudal robusta; cabe dos veces y dos tercios en la longitud total del cuerpo: lleva 14 á 15 radios largos y gruesos fulcros en el lóbulo superior.

Escamas lisas, brillantes, enteras. con la parte anterior un poco prolongada en punta. La línea lateral comprende cerca de 40 escamas: al nivel de la base de la anal, 7 escamas encima y 6 escamas por debajo de esta línea. Longitud total 15 centímetros.

Parecido al *Propterus microstomus,* Agassiz, de las calizas litográficas de Baviera, se diferencia por la cabeza relativamente más pequeña y la dorsal anterior menos alta.

FAMILIA DE LOS PYCNODONTIDOS

Microdon aff. *Egertoni,* Thiollière

Lám. 4. fig. 4

Altura máxima del cuerpo igual á la distancia que separa la extremidad del hocico de la base de la caudal. Longitud de la cabeza un poco mayor del tercio de la longitud del cuerpo sin la caudal.

Perfil de la parte anterior del cuerpo ligeramente y regularmente convexo. Dorsal principiando á igual distancia de la parte posterior de la cabeza y de la base de la caudal, compuesta de 20 á 22 radios, los anteriores más largos. Anal comenzando un poco detrás del origen de la dorsal, á igual distancia de la base de la caudal y de la parte posterior de la cabeza. La longitud de la nadadera caudal cabe un poco más de tres veces en la longitud total del cuerpo.

Eje vertebral en el origen de ladorsal, situado á igual distancia del borde dorsal y del borde ventral del cuerpo.

Ejemplar parecido á *Pychodus* (*Microdon*) *Egertoni* Thiollière, de las calizas litográficas del departamento del Ain: se diferencia por la línea de la frente menos regularmente combada, y en que el perfil de la parte anterior del cuerpo es más inclinado. El pez procedente de España siendo probablemente joven, no creemos poder establecer una especie distinta.

En cuanto al *Microdon Egertoni*, le consideramos distinto de *M. elegans* Agassiz de las calizas litográficas de Baviera.

FAMILIA DE LOS EUGNATIDOS

Caturus tarraconensis, nov. sp.

Lám. 4. fig. 1.

La altura máxima del tronco, sensiblemente igual á la longitud de la cabeza, comprendido el aparato opercular, cabe cuatro veces y media en la longitud total del cuerpo.

Perfil de la cabeza regularmente combado: hocico grueso, obtuso, sensiblemente de la misma longitud que el diámetro de la órbita. Dientes anteriores fuertes y agudos. Huesos orbitales granudos. Aparato opercular de grandor igual al tercio de la lonitud degitud de la cabeza. Opérculo grande de borde inferior apenas más ancho que el superior. Subopérculo grande, adornado como el opérculo, de reticulaciones. Costillas bastante fuertes y largas, lo mismo que las neurapófisis correspondientes. Neurapófisis y hemapófisis de la región caudal arqueadas, bastante largas.

Nadaderas ventrales pequeñas con 6 ó 7 radios, insertadas más cerca de la anal que de las pectorales. Dorsal comenzando por encima de las ventrales, á igual distancia de la parte posterior de la cabeza y de la base de la caudal. Anal comenzando á igual distancia de las ventrales y de la caudal. Pedículo caudal robusto: su altura cabe dos veces y media en la altura máxima del tronco. Nadadera caudal robusta: su longitud es cerca de la cuarta parte de la longitud del cuerpo, con 35 ó 36 radios, los centrales más gruesos. Longitud aproximada 20 centímetros.

Atine al *Caturus furcatus* (*C. latus* Agassiz) de las calizas litográficas de Baviera y del Bugey, se diferencia en el hocico, la forma del opérculo, la dorsal relativamente más retirada, y la longitud comparativa de la parte media de la nadadera caudal.

Otro ejemplar incompleto de mayor dimensión, (longitud 24 centímetros, sin la caudal) muestra las particularidades siguientes: Cabeza gruesa, de longitud 7 centímetros. Hocico grueso y obtuso. Boca anchamente hendida, muy atrás del borde posterior de la órbita. Opérculo grande. Aparato opercular rugoso, é igual á cerca del tercio de la longitud de la cabeza. Costillas relativamente largas, lo mismo que las neurapófisis correspondientes: fuertes oseletes delante de la dorsal. Pectorales tan largos como la cabeza sin el aparato opercular, con 12 ó 14 radios bifurcados. Las ventrales, insertas un poco más cerca de la anal que de las pectorales, son cortas. Anal á igual distancia de las ventrales y de la base de la caudal, más alta que larga, con una docena de gruesos radios bifurcados sostenidos por largos huesecillos.

FAMILIA DE LOS AMÏIDOS

Megalurus Woodwardi, nov. sp.

Lám. 4. fig. 2.

Longitud del cuerpo, 10 centím. Longitud de la cabeza igual á la cuarta parte de la longitud total del cuerpo, un poco mayor que la altura máxima del tronco. Longitud del aparato opercular igual á la mitad de la longitud de la cabeza. Maxilar superior ensanchado posteriormente, extendiéndose hasta el nivel posterior de la orbita. Dientes fuertes y cónicos. Columna vertebral compuesta de 46 á 47 vértebras, las abdominales sensiblemente tan altas como largas, las caudales, sobre todo las posteriores, más largas que altas. Costillas cortas: hemapófisis porteriores largas. Pedículo caudal robusto; su altura cabe 4 veces y media en la distancia que separa el borde posterior del opérculo de la base de los radios medianos de la caudal.

Nadadera dorsal comprendiendo 15 radios, sensiblemente tan alta como larga y terminando en el nivel de la parte media de la anal. La distancia que separa la base de la dorsal del hueso post-temporal es sensiblemente igual á la que separa la extremidad posterior de la nadadera de la terminación de la caudal. Nadaderas ventrales insertas delante del origen de la dorsal, á igual distancia de la base de la anal y de la pectoral: esta última nadadera, bastante larga; nadadera anal comprendiendo 8 radios. La longitud de la caudal cabe cuatro veces y dos tercios en la longitud total del cuerpo: la componen una veintena de gruesos radios.

Esta especie difiere de *Megalurus Lepidotus*, Agassiz, de las calizas litográficas de Baviera, por las vértebras, la nadadera dorsal menos extendida y las ventrales más adelantadas.

Los *M. Elongatus* Agassiz y *M. Elegantissimus* Wagner, tienen el cuerpo más alargado.

FAMILIA DE LOS ASPIDORINQUIDOS

Aspidorhynchus ?

Con duda colocamos en el género *Aspidorhynchus* un fragmento de esqueleto, largo 85 milím., alto 16 milím. indicando un pez alargado de cuerpo fusiforme. Las vértebras son alargadas, encogidas en su parte mediana: debían de ser numerosas, pues se cuentan 18 en una longitud de 60 centím. Las espinas neurales y hemales, son largas, fuertes, primero encorvadas, después inclinadas, suportadas por una parte dilatada fusionada con el centrum vertebral. Se ven las

trazas de una nadadera dorsal y de una anal, opuestas, representada por algunos radios bastante largos.

Los caracteres indicados son los que dan M. Smith Woodward para el género *Aspidorhynchus* (1).

FAMILIA DE LOS LEPTOLÉPIDOS

Leptolepis Voithi, Agassiz

Lám. 4. fig. 5.

Cinco ejemplares de *Leptolepis* jóvenes nos han sido comunicados.

Longitud del cuerpo 45 milím. Longitud de la cabeza con el aparato opercular, mucho mayor que la altura máxima del tronco, alcanzando cerca de la cuarta parte de la longitud total del cuerpo. Altura del pedículo caudal, cerca de la mitad de la altura máxima del cuerpo.

Vértebras de 36 á 38, robustas. Nadaderas ventrales colocadas mucho más cerca de la anal que de las pectorales. Dorsal empezando por encima de la inserción de las ventrales y terminando un poco antes del origen de la anal, que comienza más cerca de las ventrales que de la caudal.

Longitud del cuerpo 58 milím. Longitud de la cabeza con el aparato opercular mucho mayor que la altura máxima del tronco, é igual á cerca de la cuarta parte de la longitud total del cuerpo. Altura del pedículo caudal igual á cerca de la mitad de la altura máxima del cuerpo. Vertebras en número de 39 á 41 de centrum relativamente robusto. Nadadera dorsal empezando por encima de la inserción de las ventrales y terminando antes del origen de la anal.

Los ejemplares examinados son ciertamente individuos jóvenes que referimos á *Lepidotus polyspondylus*, Agassiz, que es la edad joven del *Leptolepis Voithi*, Agassiz, especie característica con el *L. Sprattiformis*, Blainville, sp. de las calizas litográficas de Baviera.

Æthalion Vidali, nov. sp.

Lám. 2. fig. 2.

Cuerpo fusiforme: la altura máxima cabe poco más de cinco veces en la longitud total. La longitud de la cabeza comprendido el aparato opercular, cabe aproximadamente cuatro veces y media en la misma dimensión. Pedículo caudal robusto: su altura cabe dos veces y media en la altura máxima del tronco. Hocico

1) Cat. foss. fishes British Museum f. III. p. 417.

obtuso, un poco más largo que el diámetro de la órbita que mide casi la quinta parte de la longitud de la cabeza. Dientes pequeños y cónicos. Aparato opercular grande, midiendo el tercio de la longilud de la cabeza. Preopérculo muy arqueado; 7 ú 8 radios branquiostegos. Columna vertebral bastante robusta, compuesta de 64 ó 65 vértebras, más altas que largas, deprimidas en la parte central, con numerosas y finas estrías longitudinales; costillas largas y débiles, como las neurapófisis correspondientes. Neurapófisis y hemapófisis de la región posterior del cuerpo, bastante fuertes, poco largas y arqueadas. Apófisis de las últimas vértebras, largas, no arqueadas. Radios inermes delante de la nadadera dorsal: numerosas y finas aristas musculares en la región caudal. Nadaderas pectorales débiles: nadaderas ventrales insertadas más cerca de las pectorales que de la anal, cortas, teniendo á lo sumo 8 radios. Anal pareciendo ser poco extendida, insertada mucho más cerca de la caudal que de las ventrales. Dorsal principiando un poco atrás de las ventrales, poco extendida, un poco más alta que larga, con 14 ó 15 radios bifurcados, sostenidos por largos interespinosos. Caudal robusta, muy escotada, cabiendo cuatro veces y media en la longitud total del cuerpo, con 32 ó 33 radios, gruesos y muy bifurcados los del medio. Escamas delgadas y pequeñas· Longitud aproximada del cuerpo 365 milím.

El pez que acabamos de describir no puede tener sitio sino en la familia de los *Leptolépidos*, en el género *Æthalion*, Münster ó *Leptolepis*, Agassiz. La presencia de delicadas estrías longitudinales de osificación secundaria en las vértebras, lo aleja de este último género. Por lo tanto lo colocamos en los *Æthalion*. Tal es por lo demás la opinión de M. Smith Woodward que ha examinado la fotografía de este pez· Es evidentemente una especie bien distinta, de mucho mayor talla que las especies conocidas del género: *Æ. knorri*, Blainville. *Æ. Augustus*, Münster, de Baviera, y *Æ. affinis*, Wagner, del Bugey.

Æthalion gigas, nov. sp.

Lám. 3. fig. 2.

Especie conocida por la parte anterior del cuerpo, indicando uu pez de cerca 70 centím. de longitud.

Cabeza teniendo 15 centím. de longitud con el aparato opercular, de perfil superior poco inclinado. Hocico grueso, obtuso: maxilar superior grande. Orbita avanzada, midiendo cerca de la cuarta parte de la longitud de la cabeza. Aparato opercular grande. Opérculo grande, fuertemente estriado en la parte superior.

Columna vertebral robusta: vértebras anteriores más altas que largas, deprimidas en la parte central, con finas estrías longitudinales de osificación secundaria. Costillas largas y robustas: Neurapófisis corespondientes fuertes:

en la parte anterior del tronco, largas y fuertes apófisis arqueadas y dirigidas hácia delante.

Por la forma de la cabeza, el pez que acabamos de describir se acerca sobre todo á los *Thrissops*: y tal es el parecer de M. Smith Woodward que se ha servido examinar una fotografía. Pero en *Thrissops* las vértebras van provistas de una cresta mediana de osificación secundaria. En *Æthalion*, por el contrario, llevan delicadas estrías longitudinales de osificación secundaria. Esto es lo que se nota en el pez de la provincia de Lérida. Este último carácter, pareciéndonos más importante que el de la forma de la cabeza, referimos al género *Ætalion*, á pesar de su gran talla, el pez encontrado en Santa María de Meyá.

GÉNERO VIDALIA, Sauvage. 1903

Vidalia Catalunica, nov. sp.

Lám. 1. fig. 4. Lám. 4. fig. 3.

Tenemos á la vista dos peces bastante incompletos que son vistos por la parte dorsal y que deben pernecer á la misma especie.

El más pequeño, lám. 1. fig, 4, mide cerca 20 centímetros: tiene el cuerpo alargado: la columna vertebral es robusta: las vértebras son más altas que largas, bien osificadas, atravesadas en su parte central por la notocorda, deprimidas en su medio, con débiles estrías de osificación secundaria visibles en las vértebras caudales: el número de vértebras es de cerca 60, de las cuales 25 ó 26 son abdominales. Aristas musculares fijas parecen existir á lo largo de la columna vertebral. Las costillas son poco largas, bastante robustas. Las apófisis espinosas de la parte posterior del cuerpo son largas y muy inclinadas.

Los huesos de la parte superior de la cabeza van adornados de fuertes estrías formando un elegante dibujo. Los radios de las nadaderas pectorales son fuertes: las ventrales son retiradas, sostenidas por un hueso del bacinete largo y delgado, ensanchado en su extremo distal. Las escamas son delgadas, poco grandes, ovaladas, adornadas de finas estrías.

El otro ejemplar lám. 4. fig. 3, debía alcanzar cerca de 35 centímetros. Su cuerpo es alargado. La cabéza grande, el hocico obtuso, redondeado. Los maxilares son largos, más anchos en la parte interna que en la posterior. Los frontales son largos, lo mismo que los occipitales: estos huesos están adornados de fuertes estrías á veces granulosas. El opérculo es grande, rugoso, con estrías divergentes.

Las nadaderas pectorales son bastante grandes, tan largas como la mitad del espacio que separa la parte anterior de su inserción en la base de las ventrales. Los radios en número de 14, son bastante fuertes y se dividen hácia el medio

de su longitud. Las nadaderas ventrales son retiradas, poco fuertes, compuestas de 7 radios divididos antes de la mitad de su longitud, suportados por un hueso del bacinete largo y delgado. No hay fulcros.

Los peces que acabamos de describir deben ocupar sitio en el suborden de los *Isospondilos*, en las familias de los *Folidofóridos*, de los *Leptolépidos* ó de los *Oligopleuridos*.

La forma del hocico, y la ausencia de fulcros separan estos peces de esta última familia. En los *Folidoforidos* los fulcros son generalmente pequeños; la ornamentación de los huesos del cráneo recuerda la que se ve en estos dos peces de Lérida: pero las escamas son muy diferentes, y el centrum de las vértebras forma solamente anillos. El carácter sacado de la osificación casi completa del centrum vertebral, la ausencia de fulcros, las escamas cicloides, son caracteres de los *Leptolepidos*. La forma del hocico, la ornamentación de los huesos del cráneo, no se encuentran en los géneros *Leptolepsis*, *Æthalion*, *Thrissops* que entran en la familia de los *Leptolépidos*. Pensamos por consiguiente que estos dos peces de Lérida deben representar un género nuevo de esta familia al que damos el nombre de *Vidalia*, y cuya característica es:

Cuerpo fusiforme, cabeza grande: hocico ancho redondeado: maxilares largos: huesos del cráneo adornados de fuertes estrias: centrum de las vértebras bien osificados, atravesados en la parte central por la notocorda: costillas bastante fuertes, poco largas. Sin fulcros: ventrales retiradas: radios de las nadaderas pares bien divididos. Escamas cicloides, delgadas, con finas estrias.

Tipo del género = *Vidalia Catalunica*, n. sp.

APÉNDICE

El Sr. Vidal ha recogido en las calizas litográficas de la provincia de Lérida un *coprolito* de *Ychthyosauro* de 55 milímetros de longitud por 27 en su mayor ancho.

Es interesante señalar la presencia de un *Ychthyosauro* en estas capas. Se sabe que de las calizas de Solenhofen y de Eichtalt Hermann von Meyer ha descrito una espececie de talla media, bajo el nombre de *I. Leptospondylus*.

EXPLICACIÓN DE LAS LÁMINAS

Lámina 1.

Fig. 1.—*Spirangium*, tamaño natural.
Fig. 2.—*Undina? Leridæ*. n. sp. parte posterior del cuerpo. Reducción á mitad.
Fig. 3.—*Lepidotus Ilergetis*. n. sp. Reducción á mitad.
Fig. 4.—*Vidalia Catalunica*. n. gen. n. sp. Reducción á mitad.

Lámina 2.

Fig. 1.—*Propterus Vidali*. n. sp. tamaño casi natural.
Fig. 2.—*Æthalion Vidali*. n. sp. Reducción á mitad.

Lámina 3.

Fig. 1.—*Lepidotus*. sp. Reducción á la tercera parte.
Fig. 2.—*Æthalion gigas*. n. sp. Reducción á mitad.

Lámina 4.

Fig. 1.—*Caturus tarraconensis*. n. sp. Reducción á mitad.
Fig. 2.—*Megalurus Woodwardi*. n. sp. Tamaño natural.
Fig. 3.—*Vidalia Catalunica*. n. gen. y sp. Reducción á mitad.
Fig. 4.—*Microdon aff Egertoni*. Thiollière. Tamaño natural.
Fig. 5.—*Leptolepis Voithi*. Agassiz. Individuo joven. Tamaño natural.
Fig. 6.—*Undina Leridæ*. n. sp. Placa gular. Tamaño natural.

PRESENTE
4 NOV. 1903

Nota de Mr. H. E. Sauvage

Lám. 1

Fig. 1

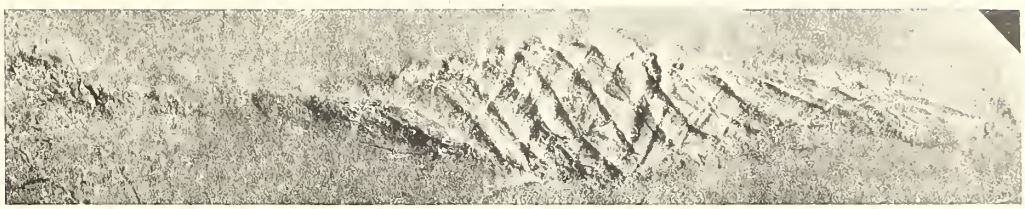


Fig. 4

Fig. 2

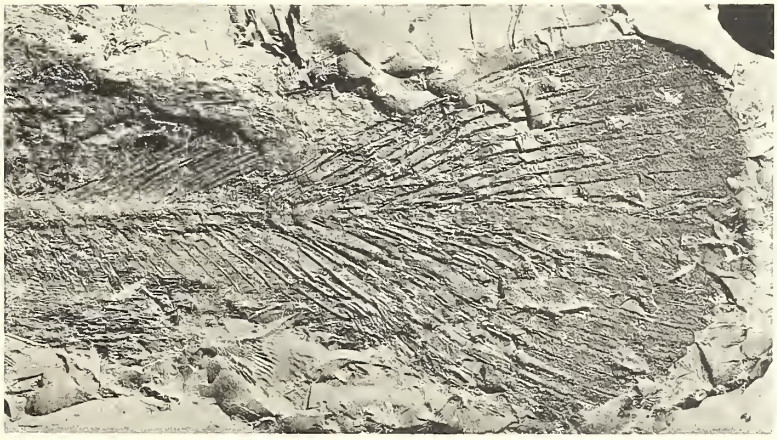


Fig. 3

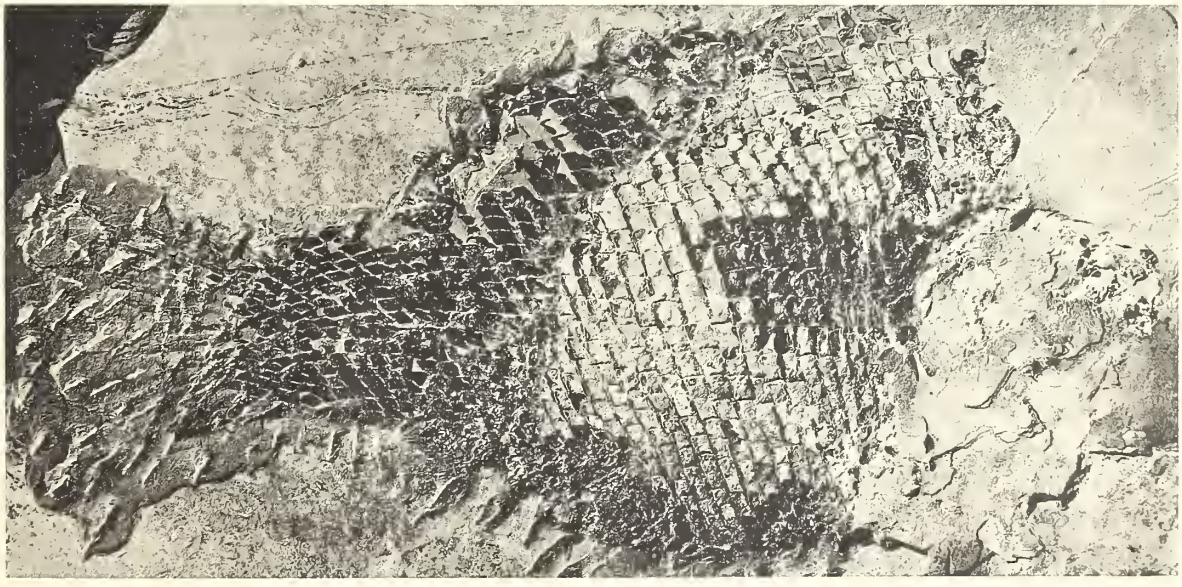


Fig. 1 ... *Spirangium* ..... Tamaño natural.
Fig. 2.... *Undina Leridæ*. n. sp. parte posterior del cuerpo.... Reducción á mitad.
Fig. 3.... *Lepidotus Ilergetis*. n. sp ..... Reducción á mitad.
Fig. 4.... *Vidalia catalunica*. n. gen. n. sp ..... Reducción á mitad.

Nota de Mr. H. E. Sauvage

Lám. 2

Fig. 2

Fig. 1

Fig. 1 ... *Propterus Vidali.* n. sp.... Tamaño casi natural.
Fig. 2 ... *Aetalion Vidali.* n. sp..... Reducción á mitad.

Nota de Mr. H. E. Sauvage

Làm. 3

Fig 2

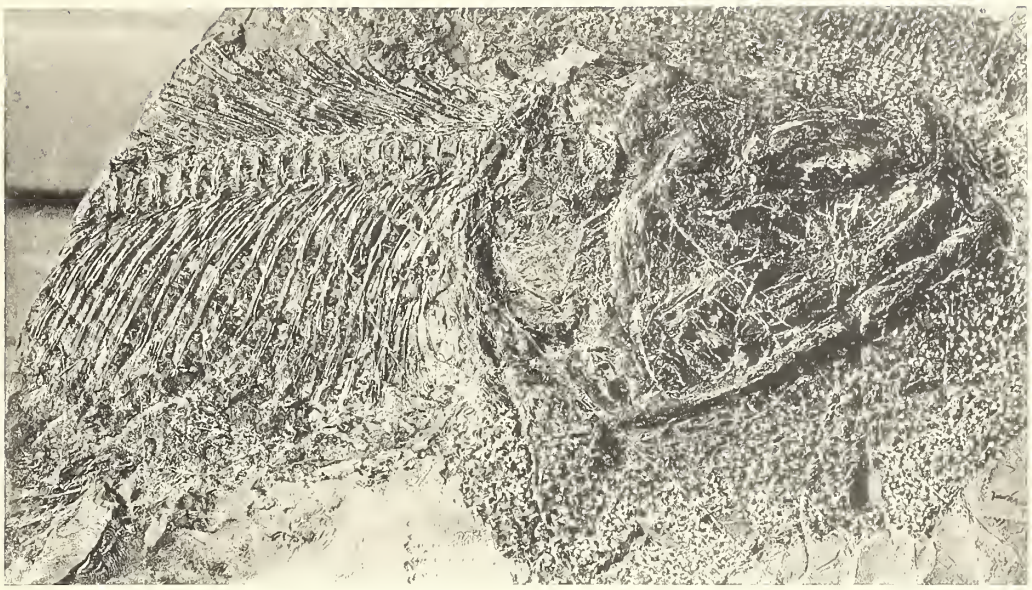


Fig. 1

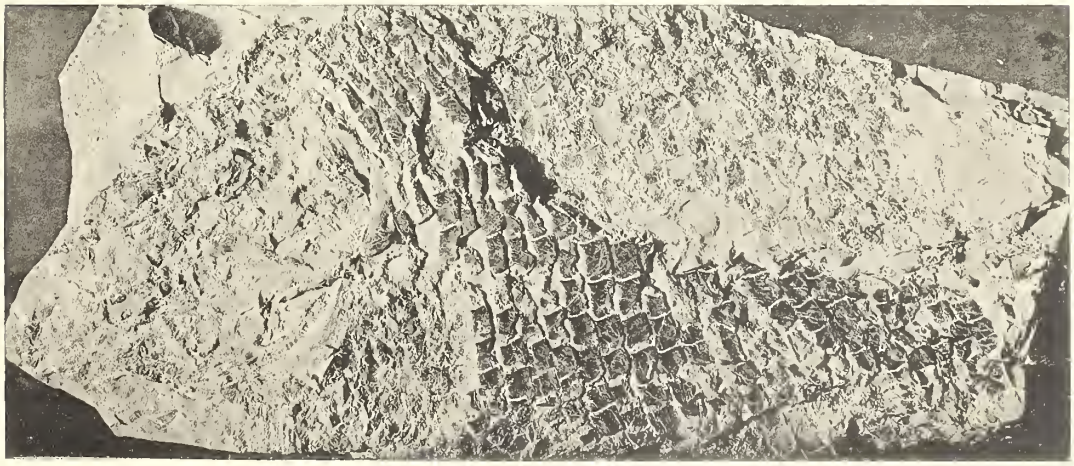


Fig. 1 ... *Lepidotus*. sp..... Reducción á la tercera parte.
Fig. 2.... *Aetalion gigas*. n. sp.... Reducción á mitad.

Nota de Mr. H. E. Sauvage

Lám. 4

Fig. 4

Fig. 5

Fig. 6

Fig. 3

Fig. 2

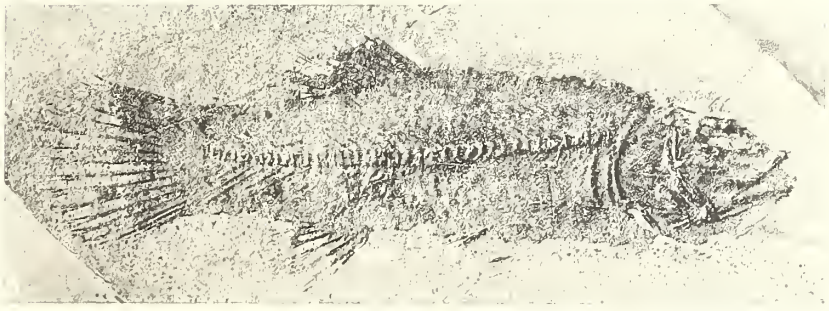


Fig. 1

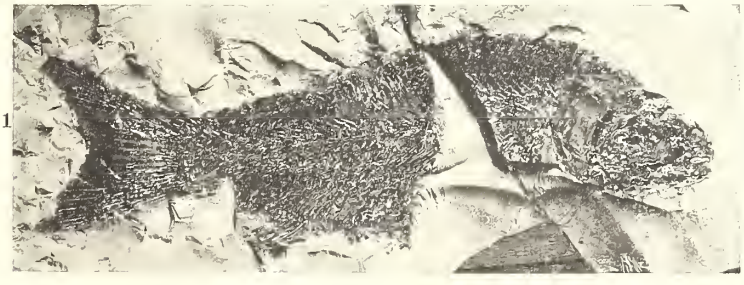


Fig. 1... *Caturus tarraconensis*. n. sp ..... Reducción á mitad.
Fig. 2.... *Megalurus Woodwardi*. n. sp..... Tamaño natural.
Fig. 3... *Vidalia Catalunica*. n. gen. n. sp..... Reducción á mitad.
Fig. 4.... *Microdon* aff. *Egertoni*. Thiollière..... Tamaño natural.
Fig. 5.... *Leptolepis Woithi*. Agassiz.... individuo joven. Tamaño natural.
Fig. 6.... *Undina Leridæ*. n. sp..... placa gular..... Tamaño natural.

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM 36

PROBLEMA DE METEOROLOGÍA PIRENAICA

POR EL ACADÉMICO

D. RAFAEL PUIG Y VALLS

Publicada en septiembre de 1903

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1903

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 36

PROBLEMA DE METEOROLOGÍA PIRENAICA

POR EL ACADÉMICO

D. RAFAEL PUIG Y VALLS

Publicada en septiembre de 1903

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1903

PROBLEMA DE METEOROLOGÍA PIRENAICA

por el Académico

D. Rafael Puig y Valls

Sesión del 15 de junio de 1903

Señores Académicos:

Hace pocos días tuve la honra de asistir al segundo Congreso del «Sud-Ouest-Navigable» que se ha celebrado en Toulouse, desde el 27 de mayo último, al día 2 del actual, en que pronunció el discurso de clausura Mr. Chaumié, Ministro de Instrucción Pública y Bellas-Artes de la nación francesa.

Y como oí en aquella asamblea, algo que interesa á la ciencia, en general, y á la cultura de nuestro país en particular, permitidme que aporte á esta Academia el resultado de las investigaciones hechas en el Observatorio del Pic du Midi de la cordillera pirenaica, por su distinguido Director Mr. Marchand, acerca del mecanismo de las inundaciones que, con estrago manifiesto, se desenvuelven en periodos irregulares en la cuenca del Garona.

Son tan recientes las fechas de los desastres á que aludo, que no tendría interés alguno, citarlas, describir catástrofes, y recordar opiniones que todos vosotros teneis olvidadas de puro sabidas; vale más que todo eso tocar de pasada las relaciones que tiene el fenómeno que voy á estudiar con el medio si no de precaver ó prevenir, que escapa aún al dominio humano, el de aminorar sus estragos, reduciéndolos á límites tolerables traducidos en la salvación de vidas y haciendas.

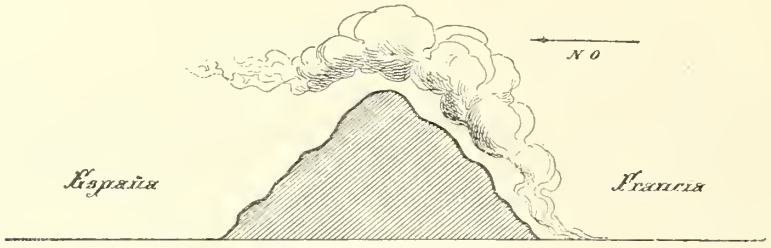
Las observaciones de Mr. Marchand hechas desde su atalaya del Pic du Midi, dominadora de las cumbres de los Pirineos, en una inmensa extensión, resultan hechas, con un espíritu analítico de primer orden; dando al problema, cierto grado de generalidad que prueba hasta la evidencia, cuanto conviene montar observatorios en puntos bien escogidos de las cordilleras, para llegar, en lo posible, á la resolución de esta grande incógnita llamada la «Previsión del tiempo;» porque, sin la observación hecha en el Pic du Midi, habría sido difícil explicar un fenómeno curioso, y que se presenta bajo los puntos de vista siguientes:

1.° Que las corrientes procedentes del Noroeste, levantan en el Océano cantidades inmensas de vapor de agua, en estado completamente transparente, se condensan en niebla y nube en la cordillera pirenaica, y producen en la región francesa lluvia más ó menos copiosa.

2.° Que las corrientes del Sudeste, procedentes del Mediterráneo, producen igual fenómeno, en la vertiente española pirenaica; y

3.° Que casi nunca, lloviendo copiosamente en Francia, llueve en España ó si llueve en España, llueve al mismo tiempo en Francia, siendo realmente digno de estudio, observar desde el Pic du Midi que, mientras en la cuenca del Garona cae una cantidad de agua aterradora, la vertiente española está completamente soleada y el cielo purísimo y sin nubes.

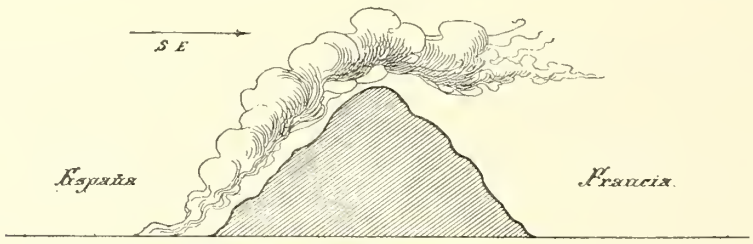
El Sr. Marchand presentó en el Anfiteatro de la rue Remuzat de Tolosa varios esquemas, en proyección luminosa, sumamente interesantes, en que se veía:



Copia del Esquema presentado por Mr Marchand en sesión del Congreso del SO Navegable de Tolosa

un corte vertical del Pic du Midi; la corriente del N. O. representada por flechas; y una aglomeración de cúmulus que, viniendo del Oceano Atlántico, chocaban contra las cumbres del Pirineo, trasponían la cordillera, y á los pocos centenares de metros de la divisoria se desvanecían lentamente, hasta su completa desaparición.

El esquema del fenómeno, en la región española, es exactamente igual; sólo que la corriente procede del Mediterráneo y del Sudeste, y tiene por consiguiente



Copia del Esquema presentado por Mr Marchand en sesión del Congreso del SO Navegable de Tolosa

signo contrario; los cúmulus, se amontonan en la vertiente Sud de los Pirineos, trasponen la cordillera, y á poca distancia, se desvanecen. De modo que en resúmen: cuando llueve en Francia, el cielo es diáfano en España, y cuando llueve en España, al otro lado de la cordillera, luce el sol, en atmósfera pura y radiante.

El fenómeno es, de una precisión clarísima, y puede expresarse así: la cordillera pirenaica no deja pasar las corrientes húmedas en estado de condensación de Francia á España, ni de ésta á aquella; ¿porqué? vamos á verlo, gracias á la habilidad de Mr. Marchand, y á los datos suministrados por los instrumentos del Observatorio del Pic du Midi.

En días de calma, el crepúsculo matutino suele ser muy hermoso en el horizonte del Océano: aire puro, transparente y ligera brisa; sube la temperatura con la salida del sol, y entonces fácil es observar que el aire á 20 grados, disuelve unos 18 gramos de vapor de agua por metro cúbico. En este estado las cosas, el aire es transparente porque disuelve por completo los 18 gramos de vapor de agua por metro^3, y la evaporación del agua del mar no impurifica la diafanidad de la atmósfera; pero, salta la corriente aérea de N. O. y las cosas cambian ya rápidamente, trasladándose el escenario, desde el mar, gran recipiente de agua en evaporación, á la montaña, que modifica esencialmente la densidad del aire ó sea la capacidad que este tiene de disolver el vapor á los 20 grados de temperatura que procede del Océano.

Y es que la corriente del N. O. cargada de vapor acuoso, atraviesa la cuenca baja del Garona, choca contra las últimas estribaciones del Pirineo, y las masas de aire, empujadas por el viento, no pudiendo vencer la resistencia de la cordillera empiezan á elevarse, cambiándose así rápidamente la densidad del aire, y por tanto su diafanidad.

Sabido es, según datos de observación, que una masa de aire que se eleva en la atmósfera, pierde un grado de calor por cada 180 metros de altura; y claro es, que, teniendo los Pirineos de la Haute Garonne y des Hautes Pyrénées mas de tres mil metros de ordenada, el aire empujado, se eleva para vencer la resistencia del macizo y trasponerlo, lo que supone, término medio, un descenso termométrico de unos 16 grados, de modo que, la masa de aire que partió del Océano con un calor inicial de 20° y la capacidad de disolver 18 gramos de vapor por metro cúbico de aire, al llegar á las partes altas de la cordillera, apenas tiene 4 grados de calor que solo puede disolver dos ó tres gramos de vapor, convirtiéndose los quince gramos restantes en nube, y más tarde en lluvia, mas ó menos copiosa, segun el frío que reina en las grandes alturas del cielo.

La observación, desde el Pic du Midi, cuando la corriente del N. O. es intensa, es facil de seguir: al nacer el sol, la diafanidad de la atmósfera es completa, á las pocas horas, iniciada la corriente aérea, la niebla empieza á formarse en el fondo de los valles, se arrastra y eleva, creciendo en espesor, hasta formar cúmulus de una potencia espantosa, á veces de 3000 y 4000 mts. hasta que llega á la cumbre, en donde empujada por la corriente del N. O. traspone la cordillera, viéndosela bajar lentamente por los flancos de la vertiente española hasta que se desvanece.

Pero, ¿porqué se desvanece? ¿porqué mientras cae el agua á cántaros en

Francia, las nubes se desvanecen, al trasponer la cordillera?; para esplicarlo basta leer el barómetro del Pic du Midi, y saber invertir el fenómeno.

El barómetro del Observatorio francés cuando reina la corriente del NO. con fuerza, se mantiene,—por supuesto guardada siempre la relación con su altitud— á una altura muy grande, de modo, que las nubes, al trasponer la cordillera, estando sometidas á la fuerte presión de la corriente dominante, no pueden elevarse, y al contrario, se ven obligadas á descender, y á rellenar las vertientes y los valles del Pirineo español.

En estas condiciones, á medida que las nubes bajan, se hallan con aire cada vez más caliente, con aire cada vez más capacitado para disolver el vapor de agua, y hasta tal punto, que al llegar á un grado de calor suficiente, el vapor queda disuelto por completo, la diafanidad del aire restablecida, y lo que es tormenta, desastre é inundación en Francia, se convierte al llegar á España en calma, transparencia, y si es de día, en aire lleno de luz y de sol.

Invirtamos el fenómeno, supongamos, por un momento que la corriente dominante es del S. E. originada en el fondo del Mediterráneo y dirigida, camino de España, hasta chocar con el Pirineo, y el mecanismo, será el mismo, cambiado solo de signo, porque el fenómeno es único, en el juego de ambas corrientes que dominan, aunque no en absoluto, el régimen principal de aguas pirenaicas, en las dos vertientes.

Esplicado asi, el fenómeno, en sus líneas generales, escuso determinar, punto por punto, el peso exacto de vapor por metro cúbico de aire á determinada temperatura, como creo aproximado el descenso de un grado de temperatura por cada 180 metros de elevación, sin contar el calor desprendido al pasar el agua del estado de disolución al de condensación, porque ni el grado de cultura de los señores Académicos, exige mayores explicaciones, ni el fenómeno aparece menos preciso por determinar detalles que varían hasta lo infinito, sin darle ni quitarle mayor precisión ni claridad.

El fenómeno esplicado de esta manera, no alcanza, con ser tan sencillo, á lo que conocido sería de grandísimo alcance: á investigar que ley rige la meteorología de aquella región, en virtud de la que se produce, en momentos dados, una evaporación tan intensa en el mar, y una acumulación tan grande de vapores en la cuenca alta y media del Garona, que en vez de condensarse en lluvia benéfica, se convierte en agua de inundación, riesgo de vidas y haciendas, desastroso para aquella rica y hermosa comarca del S. O. francés.

Asusta pensar como se fragua la tempestad en el seno de aquellas masas de cúmulus de 3000 y más metros de espesor, que deja á veces las cumbres del Pirineo como islotes en un océano de nubes, bañados de sol, en atmósfera radiante de luz y de calor, y se condensan centenares de litros de agua por metro cuadrado de superficie, que caen y se precipitan como alud espantoso, acumulándose las aguas en las vaguadas de los torrentes y los ríos en pocas horas, arrastrando bloques que pesan centenares de toneladas, formando conos de deyección, con materiales de

acarreo, que arrastrando chozas, puentes, caminos, vías férreas, inundan el barrio de San Cipriano de Tolosa, rellenan cauces, disminuyen el calado de los buques que navegan por el río y sus canales, y que, dando materiales al estero, allá en el desagüe del Garona en el Océano, exigen gastos de dragado en que se tiran millones que alivian el mal sin curarlo; prueba evidente de que en vez de atacarse la enfermedad en su causante, sólo se busca remedio en sus efectos; torpeza que si no causase tantos estragos y tantas víctimas, se habría de mirar como testimonio elocuente de que todas las Administraciones públicas se parecen por su imprevisión rutinaria y enfermiza, su afán de vivir al día, y con la despreocupación de no saber montar servicios que correspondan á un plan fijo, sério, y bien estudiado; obra relacionada con la necesidad que ha de satisfacerse, los peligros que han de afrontarse, y las plagas que han de combatirse.

Y si no hay medio, por ahora, de prever el tiempo, como no sea, en muy determinadas condiciones, de puntualizar si la lluvia de mañana, será benéfica ó asoladora, agua mansa ó riada enemiga de vidas y haciendas, claro es, que la preocupación de los iniciadores del S. O. navegable en Francia, de cuidar, ante todo, de aminorar los estragos de las grandes crecidas de los afluentes del Garona, en su cuenca alta y media, es de una lógica incontrastable, porque, dada la cantidad de agua caída, en un tiempo dado, la imposibilidad humana de regularizar el fenómeno y aún de averiguar su alcance, la única manera de contrarrestar sus efectos consiste: en disminuir la velocidad de caída, y el gasto de cada afluente por segundo de tiempo; en restar caudal, á los cauces por filtración, al través del suelo y por la extensa superficie mojada de los árboles, y corregir el régimen de los torrentes, evitando los arrastres, disminuyendo la velocidad de las corrientes y oponiendo una valla insuperable á la denudación de las vertientes, en toda la cuenca de recepción.

Esta es la gran obra nacional perseguida por el S. O. navegable en sus Congresos anuales, y muy especialmente en el realizado durante los últimos días de mayo y primero del actual en Tolosa, en que se ha sostenido y admitido por todos los congresistas que, á las obras que son indispensables para fomentar la navegación interior en el canal de Languedoc y sus afluentes; para conseguir la realización de un canal que, partiendo de Cette en el Mediterráneo, vaya á terminar en el Océano, para completar, en una palabra, la navegación fluvial en Francia, no para establecer competencias ruinosas entre las vías férreas y las de navegación interior, sino con el de completar ese mecanismo incomparable de los pueblos que trabajan, sintetizado en la idea de perfeccionar y abaratar los transportes, poniendo en relación el valor, el volumen y el peso de las mercancía con las tarifas racionales de sus medios de traslación; que, antes de hacer todo esto, es forzoso é indispensable restablecer el equilibrio de los meteoros en la montaña, corrigiendo los torrentes, y repoblando de grandes masas arbóreas la zona forestal del país, y muy especialmente las superficies inclinadas y de fácil denudación.

Aquí pondría fin á este trabajo, explicativo de un fenómeno meteorológico,

en sus relaciones con el interesante problema forestal tan intimamente enlazado con el régimen de los canales de S. O. navegable de Francia, si no creyera que algo he de decir, y alguna consecuencia he de sacar, de cuanto he estudiado en la nación vecina, en su relacion con el régimen de las aguas en el Pirineo Catalan, y muy especialmente con el del Llobregat, en la provincia de Barcelona.

No hay duda que la influencia de la corriente N. O. ha de estar forzosamente modificada en los Pirineos Orientales, en ambas vertientes, por la acción activa del Mediterráneo, y que, á lo largo de la cordillera ha de hallarse una línea, una zona quizá más ó menos ancha que limite la acción del N· O; contrarrestada en primer término, por los vientos del Este, que atraviesan extensas superficies mojadas del Mediterráneo. Este estudio podria hacerse, si se estableciera un Observatorio en el Canigó ó en el Puigmal que, puesto en relación con el del Pic du Midi, daría á la meteorología pirenaica un auxilio en observaciones fructuosas para descubrir las leyes que rigen los meteoros acuosos y aéreos en toda la zona de montañas que van del Océano al Mediterráneo. Aun así y todo, es posible que el fenómeno observado por Mr. Marchand en la cuenca del Garona, se reproduzca, en igual forma y variable intensidad en las cuencas del Tet, y el Tech en Francia, y en las del Segre, Llobregat y Ter en España, y región de los Pirineos Orientales; y en tanto lo creo así, en cuanto en mis frecuentes correrías por los Pirineos de la provincia de Gerona, valle de Ribas, y Cerdaña, he oído con frecuencia lejanos truenos en la vertiente francesa que no han traspasado, casi nunca la cordillera, formándose los centros tempestuosos en la vertiente española, con cúmulus procedentes del Mediterráneo, empujados por las corrientes aéreas del S. E. y E. que, al chocar con la cordillera, se resuelven en lluvia, granizo ó nieve, según el estado eléctrico de la atmósfera, en cada ocasión.

No es posible, sin embargo, fiar á una observación incompleta tanto por la situación del observador como por la falta de aparatos, solución á tan interesante problema; asi, pues, interesa solo á mi objeto puntualizar: que las inundaciones, en la cuenca baja del Garona, así como las de la cuenca baja del Llobregat son debidas á las mismas causas; á la acción meteórica de masas de cúmulus levantadas del mar por la acción del sol que se condensan rápidamente, al elevarse en la atmósfera, por paso del vapor de agua en disolución al estado de condensación por pérdida de calor; causa inevitable é invencible; y al abandono en que se tiene á la cuenca receptora de ambas vertientes y especialmente de la catalana, desde el origen, en Castellar de Nuch hasta el mar, que es obra de los hombres.

Hay que decirlo aquí, como se ha dicho en el Congreso del S. O. Navigable de Toulouse con respecto al Garona sin objeción, ni reparo de nadie; las obras que se hagan en la cuenca baja del Llobregat, sin ejecutar la corrección de los torrentes y la repoblación de los perímetros de toda la cuenca alta, en todos sus afluentes y en todos los terrenos en pendiente y en estado de denudación, serán ineficaces, será cuanto se haga vivir al dia, y malgastar dinero, porque al poco tiempo de realizar los trabajos, la impetuosa corriente del río cargada de limo,

cantos rodados, bloques, troncos, lava en fin en su conjunto, será ariete tan poderoso que las mejores obras de fábrica serán destruídas ó sepultadas, las tierras invadidas, y los daños tanto mayores, cuanto mayor será la creencia en los trabajos ejecutados, por el mayor desarrollo de riqueza creada á la sombra de mejoras y encauzamientos tan ruinosos como inútiles.

Mientras las riadas del Llobregat dejen en el Mediterráneo y en su álveo la estela fangosa reveladora de una inmensa denudación; mientras no se haga cuanto es humanamente posible para evitar que los torrentes arrastren inmensas masas de detritus, por no poner diques que sean puntos muertos de corriente en la cuenca alta del río; mientras las pendientes desarboladas y el suelo indefenso, se dejen surcar y arrastrar por las aguas corrientes; en una palabra, mientras no se convenzan los que por su posición y sus influencias pueden resolver lo más útil, de lo que hoy la ciencia asevera y la experiencia confirma, que los bosques son agua empantanada, tanto más abundante, cuanto mayor es la densidad de su vegetación, que los pantanos artificiales son un mecanismo destinado á colmatarse y destruirse, si no se empieza por corregir los torrentes y arbolar todas las vertientes de su cuenca de recepción; que no hay estiajes altos posibles y por consiguiente aguas en las turbinas, ni en los canales, acequias y brazales de riego sin que aquel pantano natural—el bosque—no sea extenso, copioso y de espesura normal; que no hay medio de resolver con eficacia, y á perpetuidad, el problema de las obras contra las inundaciones en las cuencas bajas sin las de defensa y previsión realizadas en las altas; mientras todo esto no se diga, hasta la saciedad y no se convenza el Gobierno y la opinión de que es una obra nacional: seria, importante, de energía popular, en país de extremas temperaturas, de sequias é inundaciones aterradoras, en todas partes y en la cuenca del Llobregat, la corrección de los torrentes y la repoblación de las mismas; cuanto se diga y se haga no será mas que tiempo perdido, dinero tirado, y tanto más temido, cuanto mayor será la confianza en lo realizado, porqué á la sombra de esas obras y de esa confianza, la inundación sorprenderá á las gentes dormidas en la inconciencia de un espegismo engañoso, colmado de peligros.

He dicho.

PUBLICADO
4 NOV. 1903

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 37

IMPORTANCIA DE CIERTAS FUNCIONES

PARA OBTENER DIRECTA Y FACILMENTE MUCHAS INTEGRALES DE APLICACIÓN Á LA MECÁNICA RACIONAL

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

DR. D. LAURO CLARIANA Y RICART

Publicada en febrero de 1904

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1904

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 37

IMPORTANCIA DE CIERTAS FUNCIONES

PARA OBTENER DIRECTA Y FACILMENTE MUCHAS INTEGRALES DE APLICACIÓN Á LA MECÁNICA RACIONAL

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

DR. D. LAURO CLARIANA Y RICART

Publicada en febrero de 1904

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1904

IMPORTANCIA DE CIERTAS FUNCIONES

PARA OBTENER DIRECTA Y FACILMENTE MUCHAS INTEGRALES DE APLICACIÓN Á LA MECÁNICA RACIONAL

por el Académico numerario

Dr. D. Lauro Clariana y Ricart

Memoria leída por su autor en Junta general ordinaria el día 30 de noviembre de 1903

I

Atendido el desarrollo que ha tomado en esos últimos tiempos la ciencia matemática, difícil es que nadie pueda seguir su movimiento progresivo, pues su círculo de acción se extiende extraordinariamente á medida que los conceptos que la integran se elevan dentro de la esfera de lo abstracto.

Bien podríamos decir que el siglo XVII, señala la línea divisoria que separa la Matemática antigua de la moderna; siglo en que tuvo lugar la revolución más poderosa dentro de las ciencias exactas, siglo del eminente matemático y filósofo Leibnitz, á quien se debe el descubrimiento de la célebre *Diferencial*.

Ante tal precioso hallazgo, bien podría creerse que los problemas cederían fácilmente bajo su influjo, empero los prosélitos del gran maestro bien pronto comprendieron que al extender su círculo de acción subían de punto las dificultades, como así sucedió al emprender el estudio de las funciones integrales que se refieren, por ejemplo, á las diferenciales de arcos de elipse é hipérbola. Con todo, fuerza es reconocer, sin embargo, que estas investigaciones han sido de gran provecho para la Ciencia, gracias á la perseverancia de esos génios que sellan nuestra época y que tanto contribuyeron en formar lo que se designa bajo el nombre de Matemática moderna.

Admirables son, bajo este punto de vista, los trabajos de Juan Bernoulli, Fagnano, Riccati, Euler, Landen, Legendre, etc., los cuales constituyen el primer período de las funciones elípticas; mas para avanzar en esa esfera de conocimientos, era indispensable abrir una nueva vía que respondiera á las exigencias del Análisis, y si bien de momento no dejó de tropezarse con grandes dificultades, vióse luego, con grata sorpresa, que las funciones doblemente periódicas procuraban elementos poderosísimos para las funciones elípticas, consideradas éstas como funciones inversas de las que se habían estudiado hasta entonces.

Inaugura ese segundo período el joven Abel, al tomar el límite superior de la integral elíptica de primera especie, como función de la misma integral, esta-

bleciendo en su virtud el célebre problema de la multiplicación dentro de la doble periodicidad. También enriquece por otra parte esa bella rama matemática, el insigne Jacobi, digno émulo de Abel, al dedicarse en particular, al problema de la transformación, orígen de nuevas investigaciones realizadas por otros notables matemáticos, tales como Plana, D'Yvory, Sanio, Mayer, D'Essen, etc.

Tal es la fecundidad de las funciones á que dan orígen las investigaciones precitadas; funciones que casi nadie es capaz de abarcar en sus múltiples y variados conceptos con que cabe expresarlas. Así pues, ya que tan difícil es poder llegar á la meta de semejantes conocimientos, interesa, por lo menos, señalar á la juventud estudiosa el camino más corto y expedito que puede seguir para alcanzar siquiera los resultados más conocidos é importantes de una ciencia que forma el pedestal de otras ciencias hermanas suyas.

En este concepto conviene fijar la atención sobre el modo y forma en que deben darse los conocimientos de la Matemática, al objeto de que no resulten estériles los esfuerzos intelectuales de esa multitud respetable de jóvenes que se dedican con fé y entusiasmo al cultivo de las ciencias.

Desgraciadamente, mucho hay que corregir y enmendar respecto á la dirección que se dá hoy á los estudios de la Matemática, en particular en España: verdaderamente, señores académicos, es de lamentar, por ejemplo, que en los elementos de Aritmética y Geometría, tales como se estudian en la segunda enseñanza, no se empiece por dar á conocer cuanto antes las diferentes categorías que pueden suponerse para la cantidad señalando con predilección la que se refiere á los indefinidamente pequeños, pues ella es la única que permite desarrollar la Geometría de una manera natural y lógica, sin necesidad de dar tantas vueltas y revueltas como tiene lugar hoy para resolver ciertas cuestiones á estilo de los griegos, todo efecto de esconder, sin razón que lo justifique, la cantidad indefinidamente pequeña; única cantidad que cual raiz del árbol de la Matemática dá vida á la ley de continuidad como base de la Geometría.

Dejando aparte estas consideraciones, que por si solas podrían dar lugar á una nueva memoria, por hoy me concretaré tan sólo á manifestar con ejemplos á propósito, las ventajas que pueden reportar en muchos casos el atender á ciertas funciones de condición para determinar de un modo directo y fácil muchas integrales que corresponden á la Mecánica racional.

II

Al resolver un problema en Matemáticas, pueden presentarse varios extremos diferentes que conviene distinguir muy bien; esto es, ó la cuestión que se presenta se resuelve mal, ó se resuelve bien, y en este último caso, cabe aún que la marcha qne se adopte sea irregular ó que sea la más conveniente marchando por el atajo. Desgraciadamente muchos son los que se contentan en obtener tan sólo el resultado verdadero, prescindiendo si el camino que han escogido es el más

conveniente ó sea el más corto. Sin duda que en el estudio de la Mecánica racional es en donde se puede apreciar mejor como no siempre los autores escojen la vía más corta y natural para recabar los resultados; la fórmula de Bernoulli y las integrales correspondientes á las diferenciales binomias, podríamos decir que constituyen su único aparejo para obtener las integrales de la Mecánica racional, en todo lo que precede á la Dinámica de los sistemas materiales; mas no siempre son esas armas las más á propósito para el fin que se persigue, razón por la cual el cálculo resulta varias veces sumamente laborioso, siendo esto motivo suficiente para que muchos no se ocupen sino de las fórmulas finales.

Con el vivo deseo de evitar esos inconvenientes, me propuse fijarme en dichas cuestiones, y con agradable sorpresa comprendí luego que las funciones goniométricas y la gamma de Euler cual fuente fecundísima, permitían marchar por el atajo en las principales cuestiones de Mecánica. En efecto, cuando se trata de la determinación de las ecuaciones de movimiento de un punto material, las funciones circulares suelen ser las que mejor se prestan para pasar de las ecuaciones diferenciales á las finitas del movimiento; ahora si nos fijamos en el estudio del péndulo circular, no sólo encontraremos de utilidad las funciones circulares, sino también las hiperbólicas y hasta las elípticas, llegando por este camino á la función de Weierstrass en el estudio del péndulo cónico.

Mas si importantes son las funciones goniométricas para resolver los problemas que se indican, bajo otro punto de vista cabe afirmar que ventajas inmensas presenta también la aplicación de la función gamma de Euler para la determinación de centros de gravedad y momentos de inercia, todo lo cual se puede apreciar por los ejemplos que siguen:

III

CUESTIONES PRÁCTICAS DE MECÁNICA RACIONAL

1.° En el movimiento de un cuerpo pesado que se deja caer de una altura determinada sobre la superficie de la tierra sin velocidad inicial y en el vacío, se encuentra la ecuación siguiente:

$$t = \sqrt{\frac{a}{2gr^2}} \int \frac{a - x}{\sqrt{ax - x^2}}\, dx \quad (1)$$

La ecuación de condición más á propósito para resolver la integral del segundo miembro es

$$x = a \operatorname{sen}^2 \varphi$$

Así pues resulta

$$\int \frac{a-x}{\sqrt{ax-x^2}}\,dx = \int \frac{a\cos^2\varphi\; a\,2\,\text{sen}\,\varphi\cos\varphi\,\mathrm{d}\varphi}{a\cos\varphi\,\text{sen}\,\varphi} = 2a\int \cos^2\varphi\,\mathrm{d}\varphi =$$

$$= a\int (1+\cos 2\varphi)\,\mathrm{d}\varphi = a\varphi + \frac{1}{2}a\,\text{sen}\,2\varphi = a\varphi + a\,\text{sen}\,\varphi\,\cos\varphi.$$

Además cabe escribir:

$$\frac{2x}{a} = 2\,\text{sen}^2\varphi = 1-\cos 2\varphi \quad , \quad \text{de donde}$$

$$\varphi = \tfrac{1}{2}\,\text{arc cos}\,\frac{a-2x}{a} \quad , \quad \text{sen}\,\varphi\cos\varphi = \sqrt{\frac{x}{a}}\,\sqrt{1-\frac{x}{a}} = \frac{\sqrt{x\,(a-x)}}{a}$$

Por fin, sustituyendo valores en (1) se obtiene,

$$t = \frac{1}{r}\sqrt{\frac{a}{2g}}\,\sqrt{ax-x^2} + \frac{a}{2r}\,\sqrt{\frac{a}{2g}}\,\text{arc. cos}\,\frac{a-2x}{a}$$

2.º Movimiento de un cuerpo pesado, suponiendo que el peso del cuerpo es constante y que la resistencia que le opone el aire varía proporcionalmente al cuadrado de la velocidad del móvil.

La ecuación diferencial del movimiento que en este caso se obtiene, es

$$\frac{d^2x}{dt^2} = g\left(1-\frac{v^2}{K^2}\right)$$

la cual se transforma en

$$\frac{\mathrm{dv}}{\mathrm{dt}} = g\left(1-\frac{v^2}{K^2}\right), \text{ ó sea}$$

$$t = \frac{K^2}{g}\int \frac{dv}{K^2-v^2} \quad . \qquad (1)$$

Las funciones hiperbólicas resuelven inmediatamente la integral anterior. En efecto,

$$\int \frac{dv}{K^2 - v^2} = \frac{1}{K} \int \frac{\frac{dv}{K}}{1 - \left(\frac{v}{K}\right)^2} = \frac{1}{K} \text{Arg. Th. } \frac{v}{K}$$

Luego de (1) se deduce

$$\frac{g\,t}{K} = \text{Arg Th } \frac{v}{K} \quad , \quad \text{ó sea} \quad v = K \text{ Th } \frac{g\,t}{K} = \frac{dx}{dt}$$

De esta última igualdad se pasa á la ecuación finita del movimiento fácilmente como á continuación se expresa:

$$x = K \int \text{Th } \frac{g\,t}{K}\, dt = \frac{K^2}{g} \int \text{Th } \frac{g\,t}{K}\, \frac{g\,dt}{K} = \frac{K^2}{g} \int \frac{\text{Sh } \frac{g\,t}{K}\, \frac{g\,dt}{K}}{\text{Ch } \frac{g\,t}{K}} =$$

$$= \frac{K^2}{g} \text{l. Ch. } \frac{g\,t}{K} = \frac{K^2}{g} \text{l} \left(\frac{e^{\frac{g\,t}{K}} + e^{-\frac{g\,t}{K}}}{2} \right)$$

3.º En el péndulo circular para oscilaciones que no sean infinitesimales, se encuentra para el tiempo de una oscilación.

$$(1) \quad T = \sqrt{\frac{1}{g}} \int_0^a \frac{dz}{\sqrt{az - z^2}} \left[1 + \frac{1}{2} \left(\frac{z}{2l}\right) + \frac{1.3}{2.4} \left(\frac{z}{2l}\right)^2 + \cdots \right]$$

Las diferentes integrales de esta igualdad se hallan condensadas en la siguiente:

$$\int_0^a \frac{z^n\, dz}{\sqrt{az - z^2}}$$

El camino directo para resolver esta integral consiste en suponer $z = a \operatorname{sen}^2 \varphi$ de donde,

$$\int_0^a \frac{z^n dz}{\sqrt{az - z^2}} = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{a^{n+1} \operatorname{sen}^{2n} \varphi \, 2 \operatorname{sen} \varphi \cos \varphi \, d\varphi}{a \operatorname{sen} \varphi \cos \varphi} = 2a^n \int_0^{\frac{\pi}{2}} \operatorname{sen}^{2n} \varphi \, d\varphi =$$

$$= 2a^n \frac{(2n-1)(2n-3) \cdots 3 \cdot 1}{2n(2n-2) \cdots 4 \cdot 2} \cdot \frac{\pi}{2}$$

Dando ahora valores á n se obtiene para (1),

$$T = \pi \sqrt{\frac{l}{g}} \left[1 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 \frac{a}{2l} + \left(\frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4}\right)^2 \left(\frac{a}{2l}\right)^2 + \cdots \right]$$

4.° Si en el péndulo anterior se suponen oscilaciones cualesquiera, puede resolverse el problema directamente por medio de la integral elíptica de primera especie, sin necesidad de acudir á las séries. En efecto, de la ecuación diferencial.

$$dt = -\sqrt{\frac{l}{2g}} \frac{d\theta}{\sqrt{\cos \theta - \cos \alpha}} \quad : \quad (1)$$

pueden deducirse las consecuencias siguientes:

$$2 \operatorname{sen}^2 \frac{\theta}{2} = 1 - \cos \theta \quad , \quad 2 \operatorname{sen}^2 \frac{\alpha}{2} = 1 - \cos \alpha$$

$$\cos \theta = 1 - 2 \operatorname{sen}^2 \frac{\theta}{2} \quad , \quad \cos \alpha = 1 - 2 \operatorname{sen}^2 \frac{\alpha}{2}$$

$$\cos \theta - \cos \alpha = 2 \operatorname{sen}^2 \frac{\alpha}{2} - 2 \operatorname{sen}^2 \frac{\theta}{2}$$

En el supuesto de que la velocidad angular del péndulo sea $n = \sqrt{\frac{g}{l}}$, se obtiene de (1)

$$\frac{d\theta}{dt} = -2n\sqrt{\operatorname{sen}^2\frac{\alpha}{2} - \operatorname{sen}^2\frac{\theta}{2}} \quad , \text{ de donde}$$

$$nt = \int_0^{\theta} \frac{d\left(\frac{\theta}{2}\right)}{\sqrt{\operatorname{sen}^2\frac{\alpha}{2} - \operatorname{sen}^2\frac{\theta}{2}}}$$

Ahora si en esta igualdad se supone según Lagrange $\operatorname{sen}\frac{\theta}{2} = \operatorname{sen}\frac{\alpha}{2}\operatorname{sen}\varphi$, se deduce:

$$nt = \int_0^{\varphi} \frac{d\varphi}{\sqrt{1 - \operatorname{sen}^2\frac{\alpha}{2}\operatorname{sen}^2\varphi}}$$

Esta fórmula para una oscilación se expresa por la integral que se llama completa y cuyos valores según el módulo, se hallan calculados de modo que según la notación de Legendre resulta definitivamente

$$n\,T = F(\varphi) = F\left(\varphi, \operatorname{sen}\frac{\alpha}{2}\right)$$

5.° Determinación del centro de gravedad de la superficie comprendida entre las dos ramas de la cisoide y la asíntota respectiva.

Sea la ecuación de la cisoide

$$y = \frac{x^{\frac{3}{2}}}{\sqrt{a - x}}$$

En este caso para la determinación del centro de gravedad basta atender á la fórmula

$$\chi = \frac{\int_0^a y\, x\, dx}{\int_0^a y\, dx}$$

Al sustituir valores resulta $\chi = \dfrac{\int_0^a \frac{x^{\frac{5}{2}} dx}{\sqrt{a-x}}}{\int_0^a \frac{x^{\frac{3}{2}} dx}{\sqrt{a-x}}}$

Para determinar cada una de dichas integrales supondremos: $x = a \operatorname{sen}^2 \varphi$, de donde

$$\int_0^a \frac{x^{\frac{5}{2}} dx}{\sqrt{a-x}} = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{a^{\frac{5}{2}} \operatorname{sen}^5 \varphi \,.\, 2a \operatorname{sen} \varphi \cos \varphi \, d\varphi}{a^{\frac{1}{2}} \cos \varphi} =$$

$$= 2a^3 \int_0^{\frac{\pi}{2}} \operatorname{sen}^6 \varphi \, d\varphi = 2a^3 \,.\, \frac{5.3.1}{6.4.2} \, \frac{\pi}{2} = a^3 \, \pi \, \frac{5.3.1}{6.4.2}$$

$$\int_0^a \frac{x^{\frac{3}{2}} dx}{\sqrt{a-x}} = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{a^{\frac{3}{2}} \operatorname{sen}^3 \varphi \, 2a \operatorname{sen} \varphi \cos \varphi \, d\varphi}{a^{\frac{1}{2}} \cos \varphi} =$$

$$= 2a^2 \int_0^{\frac{\pi}{2}} \operatorname{sen}^4 \varphi \, d\varphi = 2a^2 \, \frac{3.1}{4.2} \, \frac{\pi}{2} = a^2 \, \frac{3.1}{4.2} \, \pi$$

Así pues, $$\chi = \frac{\pi a^3 \frac{5.3.1}{6.4.2}}{\pi a^2 \frac{3.1}{4.2}} = \frac{5}{6} a$$

6.° Determinación del centro de gravedad de la superficie de la elipse correspondiente al primer cuadrante suponiendo su centro en el orígen, según la fórmula de Dirichlet.

La fórmula de Dirichlet, en el caso de dos variables, se debe expresar por

$$(1) \int\int x^{p-1} y^{q-1} dx\, dy = \frac{a^p b^q}{\alpha\ \beta} \frac{\Gamma\left(\frac{p}{\alpha}\right) \Gamma\left(\frac{q}{\beta}\right)}{\Gamma\left(1+\frac{p}{\alpha}+\frac{q}{\beta}\right)}$$

conforme á la forma canónica

$$\left(\frac{x}{a}\right)^\alpha + \left(\frac{y}{b}\right)^\beta = 1$$

que en el caso presente se resuelve en $\left(\frac{x}{a}\right)^2 + \left(\frac{y}{b}\right)^2 = 1$.

Las fórmulas que dan las coordenadas del centro de gravedad, son

$$\chi = \frac{\int\int x\, dx\, dy}{\int\int dx\, dy} \quad , \quad Y = \frac{\int\int y\, dx\, dy}{\int\int dx\, dy}$$

Al tomar la integral $\int\int x\, dx\, dy$ comparándola con (1), resulta inmediatamente:

$$\int\int x\,dx\,dy = \int\int x^{2-1}\,y^{1-1}\,dx\,dy = \frac{a^2 b}{4}\,\frac{\Gamma\left(\frac{2}{2}\right)\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)}{\frac{3}{2}\,\frac{1}{2}\,\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)} = \frac{a^2 b}{3}$$

Además, $\int\int dx\,dy = \frac{\pi\,ab}{4}$, luego tendremos:

$\chi = \dfrac{\frac{a^2 b}{3}}{\frac{\pi\,ab}{4}} = \frac{4\,a}{3\,\pi}$, De un modo análogo, se deduce, $Y = \frac{4b}{3\pi}$. Y por fin, para el círculo basta considerar $a = b = r$, de donde, $\chi = \frac{4\,r}{3\,\pi}$, $Y = \frac{4\,r}{3\,\pi}$.

7.° Coordenadas del centro de gravedad correspondiente al volúmen del elipsoide comprendido en el primer ángulo triedro por medio de la fórmula de Dirichet. Sea la fórmula

$$\int\int\int x^{p-1} y^{q-1} z^{r-1}\,dx\,dy\,dz = \frac{a^p b^q c^r}{\alpha\,\beta\,\gamma}\,\frac{\Gamma\left(\frac{p}{\alpha}\right)\,\Gamma\left(\frac{q}{\beta}\right)\,\Gamma\left(\frac{r}{\gamma}\right)}{\Gamma\left(1+\frac{p}{\alpha}+\frac{q}{\beta}+\frac{r}{\gamma}\right)}$$

En este caso la forma canónica es

$$\left(\frac{x}{a}\right)^2 + \left(\frac{y}{b}\right)^2 + \left(\frac{z}{c}\right)^2 = 1.$$

Además las fórmulas del centro de gravedad, son:

$$\chi = \frac{\int\int\int x\,dx\,dy\,dz}{\int\int\int dx\,dy\,dz},\quad Y = \frac{\int\int\int y\,dx\,dy\,dz}{\int\int\int dx\,dy\,dz},\quad Z = \frac{\int\int\int z\,dx\,dy\,dz}{\int\int\int dx\,dy\,dz}$$

Al tomar la integral $\int\int\int x\,dx\,dy\,dz$, se tiene,

$$\int\int\int x\,dx\,dy\,dz = \int\int\int x^{2-1}\,y^{1-1}\,z^{1-1}\,dx\,dy\,dz =$$

$$= \frac{a^2 b\,c}{8}\,\frac{\Gamma\left(\frac{2}{2}\right)\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)}{\Gamma(3)} = \frac{a^2 b\,c}{16}\,\pi$$

Por otra parte $\int\int\int dx\,dy\,dz = \frac{\pi\,a\,b\,c}{6}$

Así pues resulta inmediatamente

$$\chi = \frac{\frac{a^2 b\,c}{16}\,\pi}{\frac{\pi\,a\,b\,c}{6}} = \frac{3}{8}\,a.$$

De un modo análogo resultaría:

$$Y = \frac{3}{8}\,b \quad , \quad Z = \frac{3}{8}\,c$$

Por fin, si se tratara de la esfera, tendríamos

$$\chi = Y = Z = \frac{3}{8}\,r\,,$$ siendo r el radio de la esfera.

8.° Cuando se trata de la atracción sobre un punto de masas que tienen la forma de cilindros que se extienden indefinidamente en los dos sentidos y cuyas

generatrices son paralelas á una recta dada, el problema depende de la integral siguiente:

$$\int_{-I}^{I} \frac{dz}{\left(z^2 + r^2\right)^{\frac{3}{2}}}$$

La ecuación directa de condición en este caso, será $z = r \operatorname{tg} \theta$, de donde

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{z}{r}, \quad \operatorname{sen} \theta = \frac{\operatorname{tg} \theta}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \theta}} = \frac{\frac{z}{r}}{\sqrt{\frac{z^2}{r^2} + 1}} = \frac{z}{\sqrt{z^2 + r^2}} \quad . \text{ Luego}$$

$$\int_{-I}^{I} \frac{dz}{\left(z^2 + r^2\right)^{\frac{3}{2}}} = \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \frac{r \, \frac{d\theta}{\cos^2 \theta}}{r^3 \left(1 + \operatorname{tg}^2 \theta\right)^{\frac{3}{2}}} = \frac{1}{r^2} \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \cos \theta \, d\theta =$$

$$= \frac{1}{r^2} \Big(\operatorname{sen} \theta \Big)_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} = \frac{2}{r^2} \quad .$$

9.° Cuando se trata del equilíbrio de un hilo homogéneo pesado, se encuentra como ecuación diferencial de la línea que afecta dicho hilo:

$$\frac{\frac{d^2 y}{dx^2}}{\sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2}} = \frac{1}{a}$$

Para integrarla no hay más que recordar las funciones hiperbólicas. En efecto, se tiene,

$$\frac{d\,\frac{dy}{dx}}{\sqrt{1+\left(\frac{dy}{dx}\right)^2}} = \frac{dx}{a}\text{, de donde, Arg. Sh. } \frac{dy}{dx} = \frac{x}{a}\text{, ó sea } \frac{dy}{dx} = \text{Sh}\,\frac{x}{a}\text{ . Luego}$$

para la ecuación finita, resulta inmediatamente

$$y = \int \text{Sh}\,\frac{x}{a}\,dx = a\int \text{Sh}\,\frac{x}{a}\,\frac{dx}{a} = a\,\text{Ch}\,\frac{x}{a} = \frac{a}{2}\left(e^{\frac{x}{a}} + e^{-\frac{x}{a}}\right)$$

---

10. Momento de inercia y radio de giro de la elipse respecto á un eje perpendicular á su plano y que pase por el centro de gravedad de la misma.

El momento de inercia se expresa por

$$M_Z = \int\int \left(x^2+y^2\right) dx\,dy = \int\int x^2\,dx\,dy + \int\int y^2\,dx\,dy$$

Aplicando la fórmula de Dirichlet á la primera integral del segundo miembro, se tiene,

$$\int\int x^2\,dx\,dy = \int\int x^{3-1}\,y^{1-1}\,dx\,dy = \frac{a^3 b}{4}\,\frac{\Gamma\left(\frac{3}{2}\right)\,\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)}{\Gamma(3)} =$$

$$= \frac{a^3 b\,\frac{1}{2}\,\pi}{4\,.\,2} = \frac{\pi a^3 b}{16}$$

Para toda la elipse, $\pi\,ab\,\frac{a^2}{4}$ respecto al eje y.

De un modo análogo, se tiene $\pi\, a\, b\, \frac{b^2}{4}$ respecto al eje x.

Luego en definitiva $M_Z = \pi\, ab \left[\frac{a^2 + b^2}{4} \right]$

En el supuesto de que la masa específica sea igual á la unidad, resulta que $\pi\, ab$, representa la masa total, así pues, $M_Z = M\, \frac{a^2 + b^2}{4}$.

Para el radio de giro como $M_Z = M\, \rho^2$, se tiene $\rho^2 = \frac{a^2 + b^2}{4}$. Si se tratara del círculo, como $a = b = r$, resultaría $\rho^2 = \frac{r^2}{2}$

---

11. Momento de inercia del elipsoide respecto á uno de los ejes. Aplicación de la formula de Dirichlet

$$A_z = \int\int\int (x^2 + y^2)\, dx\, dy\, dz = \int\int\int x^2\, dx\, dy\, dz +$$

$$+ \int\int\int y^2\, dx\, dy\, dz$$

Considerando la primera integral se tiene

$$\int\int\int x^2\, dx\, dy\, dz = \int\int\int x^{3-1}\, y^{1-1}\, z^{1-1}\, dx\, dy\, dz =$$

$$= \frac{a^3\, b\, c}{8}\, \frac{\Gamma\left(\frac{3}{2}\right)\, \Gamma\left(\frac{1}{2}\right)\, \Gamma\left(\frac{1}{2}\right)}{\Gamma\left(1 + \frac{5}{2}\right)} = \frac{a^3\, b\, c}{8}\, \frac{\frac{1}{2}\left(\pi\right)^{\frac{3}{2}}}{\frac{5}{2}\, \frac{3}{2}\, \frac{1}{2}\, \pi^{\frac{1}{2}}} = \frac{a^3\, b\, c}{30}\, \pi$$

Para todo el elipsoide, resulta

$$\frac{8}{30}\ a^3 b c \pi = \frac{4}{15}\ a^3 b c \pi = \frac{4 \pi a b c}{3}\ \frac{a^2}{5}$$

De un modo análogo tendremos para la otra integral.

$$\frac{4 \pi a b c}{3}\ \frac{b^2}{5}$$

En totalidad para el momento de inercia respecto al eje z suponiendo $\frac{4 \pi a b c}{3} = M$, se deduce

$$A_z = M\ \frac{a^2 + b^2}{5}$$

Si se tratara de la esfera, tendríamos $a = b = r$, luego

$$A_z = M\ \frac{2}{5} r^2$$

---

12. Determinar el centro de presión de un círculo sumerjido en un líquido, siendo tangente á la línea de intersección de su plano con la superficie de separación del líquido con la atmósfera.

Fórmula fundamental: $\chi = \dfrac{\int_a^b y x^2 dx}{\int_a^b y x dx}$

En este caso debe tomarse la ecuación de la circunferencia referida al vértice, esto es, $y = \sqrt{2rx - x^2}$.

Si se supone $2r = D$, resulta:

$$\chi = \frac{\int_0^D x^2\,dx\,\sqrt{Dx - x^2}}{\int_0^D x\,d\,x\,\sqrt{Dx - x^2}}$$

La ecuación de condición que interesa en este caso, es $x = D\,\mathrm{sen}^2\varphi$, luego tendremos

$$\chi = \frac{\int_0^{\frac{\pi}{2}} D^2\,\mathrm{sen}^4\varphi\;2\,D\,\mathrm{sen}\,\varphi\cos\varphi\;D\,\mathrm{sen}\,\varphi\cos\varphi\,\mathrm{d}\,\varphi}{\int_0^{\frac{\pi}{2}} D\,\mathrm{sen}^2\varphi\;2\,D\,\mathrm{sen}\,\varphi\cos\varphi\;D\,\mathrm{sen}\,\varphi\cos\varphi\,\mathrm{d}\,\varphi}, \text{ de donde}$$

$$\chi = \frac{D^4\int_0^{\frac{\pi}{2}} \mathrm{sen}^6\varphi\cos^2\varphi\,\mathrm{d}\,\varphi}{D^3\int_0^{\frac{\pi}{2}} \mathrm{sen}^4\varphi\cos^2\varphi\,\mathrm{d}\varphi} \quad (1)$$

Además, se tiene, $\mathrm{sen}^6\varphi\cos^2\varphi = \mathrm{sen}^6\varphi - \mathrm{sen}^8\varphi$

$\mathrm{sen}^4\varphi\cos^2\varphi = \mathrm{sen}^4\varphi - \mathrm{sen}^6\varphi$. Así pues

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \mathrm{sen}^6\varphi\cos^2\varphi\,\mathrm{d}\,\varphi = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \mathrm{sen}^6\varphi\,\mathrm{d}\varphi - \int_0^{\frac{\pi}{2}} \mathrm{sen}^8\varphi\,\mathrm{d}\,\varphi =$$

$$= \left(\frac{5}{6}\,\frac{3}{4}\,\frac{1}{2} - \frac{7}{8}\,\frac{5}{6}\,\frac{3}{4}\,\frac{1}{2}\right)\frac{\pi}{2} = \frac{5.3.1}{8.6.4.2}\,\frac{\pi}{2}.$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \operatorname{sen}^4\varphi \cos^2\varphi \, d\varphi = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \operatorname{sen}^4\varphi \, d\varphi - \int_0^{\frac{\pi}{2}} \operatorname{sen}^6\varphi \, d\varphi =$$

$$= \left(\frac{3}{4}\frac{1}{2} - \frac{5}{6}\frac{3}{4}\frac{1}{2}\right)\frac{\pi}{2} = \frac{3.1}{6.4.2}\frac{\pi}{2}$$

Al sustituir los valores hallados en (1) se obtiene en el eje de simetría la situación del punto como centro de presión, esto es:

$$\chi = \frac{5}{8} D$$

IV

No terminaré la presente memoria sin manifestar que las deficiencias que se notan en la enseñanza de la Matemática, pueden ser causa suficiente para que la juventud estudiosa se desanime por falta de buena base. En España tenemos un buen ejemplo, pues la importante asignatura de Cálculos diferencial é integral en las Universidades, se ha reducido hoy á simples elementos de cálculo infinitesimal, como si fuese demasiado lo que se esplicaba antes, y esto que en muchos programas de Cálculo brillaban por su ausencia cuestiones tan importantes como el estudio de la gamma de Euler, etc., mas esto es poco, pues conforme al cuestionario , últimamente formulado para el grado de licenciado en Ciencias exactas, hemos de prescindir hasta de la integración de ecuaciones *diferenciales* entre derivadas parciales; y por último, á fin de que el cuadro resulte homogéneo mientras existen clases prácticas para todas las demás asignaturas de ciencias, se ha considerado prudente privar á la de Cálculos de tan fecundo recurso. ¿No sé cuál puede ser la causa de semejante anomalía, precisamente en los momentos en que tanto se suspira por la regeneración de nuestra patria? ¿Tendrá ello por orígen algún fin particular?

Todo cabe en nuestra desgraciada España, pero lo cierto es que los conocimientos adquiridos oficialmente en las Universidades de España, hoy, no bastan para que los licenciados en Ciencias exactas puedan resolver los problemas que presenta la Física, Astronomía, etc.

A vuestro buen talento fío, señores académicos, para comprender que el progreso científico en España no puede tener lugar mientras no se levante de la postración en que se halla la ciencia de Leibnitz, la màs importante de todas para que se pueda adelantar cuanto sea posible dentro de la fecunda y hermosa ley de la continuidad, ley à la cual se halla encadenada la naturaleza en todas sus manifestaciones

27 JUN. 1904

NATURAL HISTORY

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 38

EL ARTE PLÁSTICO Y GRÁFICO

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

SR. D. JOSÉ MASRIERA Y MANOVENS

Publicada en marzo de 1904

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1904

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 38

EL ARTE PLÁSTICO Y GRÁFICO

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

SR. D. JOSÉ MASRIERA Y MANOVENS

Publicada en marzo de 1904

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1904

EL ARTE PLÁSTICO Y GRÁFICO

Discurso leído por el Académico numerario

SR. D. JOSÉ MASRIERA Y MANOVENS

en la sesión pública inaugural de 30 de octubre de 1903

EXCMO. SR.:

SEÑORES:

La Real Academia me ordena reglamentariamente que llene unas páginas y que las lea en la presente sesión. Lo cumplo movido por el deber que implican sus mandatos, pero con todo el temor que siento en mi alma, de molestar la atención de este selecto auditorio que me honra con su presencia y me obliga moralmente al esfuerzo que este acto me representa. Destituído por desgracia mía de valiosos conocimientos científicos, que son caudal ingénito de esta corporación y tesoro inapreciable de los más de mis dignos compañeros, he buscado en mi mente lo que pudiese servir de tema á mi discurso y acudiendo á mi sentir y á lo que determina más facilmente mi comprensión, teniendo en cuenta lo común, por lo natural que es, la percepción de la forma plástica y las necesidades de su cultivo, he elegido por tema *El Arte plástico y gráfico*, para decir en breves palabras lo que sugiere y las ideas que me inspira particularmente.

En presencia de la infancia, ante el ser cuya inteligencia ha de desenvolverse, nos sentimos impulsados á conocer los primeros síntomas de su comprensión para llevarla gradualmente al conocimiento de todas las cosas y vemos claramente que su percepción empieza por conocerlas desde el punto gráfico y plástico. Es asi como empezamos á decir al niño *no hagas esto porque es feo; los niños que son bonitos no hacen tal cosa*; y entre feo y bonito se les va infiltrando en la conciencia la idea del bien y del mal, el conocimiento de lo moral, las ideas y conceptos y cuanto acaba por completar la enseñanza, pero en un principio, cuando empieza la razón á señalar que percibe algo, se acude siempre á la forma comparativa para indicar lo bueno y lo malo con lo bello y lo feo; la forma plástica y gráfica que es lo primero que se entiende y expresa y desarrolla con formas visibles todo lo que vemos y tocamos. Esta primera manifestación del criterio que nace, indica claramente la importancia que debemos apreciar en todo las cosas en cuanto á determinarse bajo la expresión gráfica y plástica. Muestran al niño muñecas, armas y todo lo que se expresa materialmente para darle á conocer el uso, la belleza y la conveniencia de todas las cosas y más tarde la esencia moral que contienen, ya investigando por medio de las Ciencias ó ya culti-

vando la inspiración por medio de las artes gráficas para atender todas ellas al progreso del espíritu para la concordia universal y diversas prácticas del bien en la tierra.

Así pues se ha adoptado para la educación general un programa muy vasto para conocer en todos los ramos del saber humano lo que hasta hoy había sido un secreto para los sabios y eruditos, desde las ciencias exactas á las naturales é históricas; los idiomas sus literaturas, la historia general de todos los pueblos, sus grandezas, las enfermedades del cuerpo; la química, la física, las evoluciones del organismo en todas sus faces; la agricultura, la geometría y las matemáticas. Todo lo hemos abarcado, dejando únicamente por vacío el conocimiento de las formas sensibles, bajo el punto de vista gráfico, concediendo tan solo á tan interesantísimo punto un lugar llamado de adorno, cambiando por completo la aplicación de su síntesis como si sirviera únicamente para solaz y recreo de las inteligencias sensibles y como necesaria utilidad tan solo para los genios; como si no fuese de absoluta necesidad el conocer los medios de expresión gráfica que determina la naturaleza de las cosas, á simple vista. Cuántos trabajos nos ahorraríamos si se poseyera el medio de expresar gráficamente un pensamiento, pues según de lo que se trata, bastan unas simples líneas generales para indicar lo que, para serlo literariamente, se tendrían que emplear muchas palabras y tal vez llenar algunas páginas. Podemos citar un ejemplo para demostrar la conveniencia material de lo expuesto:

Cierto Señor se fué á dar un paseo por Holanda, desconociendo completamente el idioma. Tomó un coche y le dijo al cochero, en idioma francés: *lléveme V. á dar un paseito por el puerto.* El cochero con mil excusas le significó que no le eutendía. Le puso delante de los ojos un librito de conversación escrito en francés y traducido en holandés, con el punto que señala la visita de un puerto, pero el pobre cochero, dió á comprender que la letra era muy pequeña y que se había dejado los anteojos en su casa. Entonces el caballero dibujó unos buques en su album, á la entrada de un puerto, y visto por el cochero, le llevó á gozar de los encantos de aquel espectáculo deseado. Así sucesivamente ocurre la frecuente necesidad de expresar con la línea el efecto gráfico de las cosas y á veces nuestro pensamiento.

Generalmente se toma la enseñanza del dibujo como el medio exclusivo para producir cuadros, pintar batallas y temas históricos, y llenar las paredes de las casas con los desaciertos de la ineptitud; raras veces se considera como el medio de expresión aplicable á todas las industrias que tienen por base fundamental la decoración en sus más simples aplicaciones desde lo más elemental. Se cree equivocadamente que el aprender dibujo entraña la pretensión única de ser artista y llegar á sus altos vuelos, como si el aprender gramática, aprender á leer y á escribir significase la pretensión de ser literatos. Pues bien; este error depende de que la enseñanza del dibujo no está considerada como una verdadera necesidad, ni está contenida en el programa de las asignaturas forzosas; si así fuera, sería

comprendido por todo el mundo; se tendría el conocimiento del lenguaje universal que puede hablarse en todas partes sirviendo de intérprete cualquier interlocutor, desde el Rey al último vasallo. Existen las clases de dibujo muy bien instaladas en mil academias, institutos, escuelas del Gobierno, provinciales, locales y privadas con todos los requisitos de la enseñanza y aplicadas á las bellas Artes y á las decorativas, en donde el que quiere aprender, aprende perfectamente, pero se trata tan solamente del que quiere; no es una clase que prescriba la nesidad fundamental como las que forman lo integrante del programa de la enseñanza. El famoso Goëthe decía con sobrada razón *que se habla mucho y se dibuja poco.* ¡Cuántas inteligencias se desarrollarían si se tuviera en cuenta el satisfacer esta necesidad! La naturaleza ofrece mil encantos con sus admirables atavíos, los hombres con su expresión, la historia y la leyenda con sus episodios, los lugares con su carácter. De este poema contínuo del natural brotan los encantos maravillosos que guían al artista y embellecen nuestra vida. Desde la cúspide del arte y pasando á la contemplación de todos los accidentes, no hay quien resista á la tentación de nombrarles por sus verdaderos nombres, y esta circunstancia se debe aprovechar para que la ilustración sea completa, para que el conocimiento de las artes plásticas ocupe el lugar que seguramente le corresponde, entrando á ser parte integrante del programa de la enseñanza general.

Hace algunos años que en una docta corporación de esta ciudad surgió la idea de proponer al ministro la conveniencia ó mejor dicho la necesidad de que se decretara este punto esencial, ordenando el cultivo del dibujo como una asignatura necesaria; pero fracasó por ser útil y se convino únicamente en reconocerse como medio de alguna utilidad. Es completamente necesaria; es una asignatura de vida con la cual se expresan todas las ideas que emanan de la contemplación y los medios de cursarla son muy sencillos pues resultan de la facilidad del trazado á fuerza de ver y comparar. No implican una larga tarea de penosos procedimientos como sucede en la mayoría de los conocimientos que se adquieren. La historia de todas las épocas tiene sus cánones y sus formas privilegiadas que se ostentan en todos los museos del mundo y en todos los archivos, siendo el origen de las industrias artísticas para las cuales se fomenta el buen gusto y se aumenta la riqueza de los pueblos. Dichosos los que se inspiran en ellas y fundan el aumento de sus caudales en el progreso de las artes como medio el más seguro de buen éxito; y más, si la ley de raza es capaz del estudio y del trabajo, como sucede en nuestro desgraciado país. Sobre este se ciernen todas las desventuras creadas por las malas pasiones, pero el recuerdo de lo que fué algún día, teniendo en cuenta que nuestra patria había llegado al emporio de la grandeza, que había sido respetada y admirada por los propios y los extraños, que había alcanzado una fama universal con su empuje y su valer intelectual, no vacilaremos en aceptar la idea de que tras el paro actual forzoso, indicativo de su decadencia, vendrán días placenteros de calma y de paz; días en que demostraremos naestra rehabilitación despertando del letargo en que estamos sumidos.

Todas las industrias y todas las artes á ellas aplicadas van apareciendo bajo el prisma de buen gusto, demostrando que el cultivo de la belleza en el sinnúmero de sus aplicaciones tiene adeptos y dignos cultivadores. Por esto no debemos desmayar, por esto, esperando el día de paz en que concordemos, podremos realizar lo que se espera de toda nación culta que sabe anteponer sus esfuerzos al pánico producido por el temor. Estudiemos las artes gráficas hasta donde alcance la general comprensión, sepamos dibujar nuestros pensamientos en forma más ó menos precisa, que cuando alcancemos la común inteligencia por el medio de expresión accesible á todos, nos entenderemos perfectamente, y cual los niños buscando en los objetos naturales y en los producidos por el hombre hallemos el medio de trasladarlos al papel, entonces tendrá el que se llama buen gusto, la razón imperiosa de descansar de consuno en la inteligencia del productor y en la del consumidor.

Mucho se ha adelantado en el conocimiento de lo gráfico; y prueban esto mil industrias artísticas, nacidas hace poco, que contrastan notablemente con el atraso en que estaban los conocimientos generales y el buen gusto del público. Grandes esfuerzos se han hecho en este sentido, compensados todos ellos por la fortuna y dando á concebir la grata esperanza de llegar nuestra patria al nivel de las naciones más civilizadas. Han venido crueles trastornos á derrumbar siquiera momentáneamente lo que con tanto acierto se había comenzado, lo que era fuente de prosperidad conducido por la idea del bien común y de la voluntad, pero es de esperar que tras del litigio apasionado promovido por los perturbadores, que no son todos de buena ley, vendrá la época de paz y aumentarán las fuerzas de esta riqueza naciente, á cuyo amparo reconquistemos nuestro prestigio y hagamos de la España moderna el centro principal donde afluyan las buenas miras universales.

No cabe ninguna duda de que la posesión general de los conocimientos gráficos ha de influir poderosamente para el logro de nuestra cultara; y cuando se venga en pleno conocimiento de tamaña verdad aparecerán nuevos métodos de enseñanza que promuevan con mayor facilidad el modo de aprender este arte que está perfectamente enlazado con los demás que expresan un mismo sentido pero en formas distintas. Yo no sé si en la antigua Atenas se dibujaba mucho ó poco ó nada, pero era aquel un mundo de artistas y de la forma plástica tenían tal conocimiento todos los ciudadanos, que se ponían de acuerdo hablando un solo lenguaje que comprendían generalmente sintiendo al unísono. Era el lenguaje gráfico y plástico del cnal tenía nociones todo el mundo; nociones vulgarizadas para comprender y sentir los encantos de la belleza como una primera necesidad de su vida. Aquella civilización murió, pero sus augustos despojos han bastado para que nuestra época moderna, por excelencia investigadora, los haya estudiado y á favor de ellos y reconociendo el mérito de sus productores les haya concedido muy justamente el título de nuestros primeros maestros y de egregios artistas. La belleza era su ideal permanente y supieron traducirla en los millares de obras con que han asombrado al mundo.

Su recuerdo ha sido norma de legislación artística, imponiéndose en todas partes donde existe el afán de prosperar para el bien propio y para el bien general. Hoy precisamente, en que disponemos de los mil recursos que nos han legado las épocas pasadas y que con nuestros esfuerzos los hemos aumentado considerablemente, en que existe el afán de engrandecerse, en que se piensa febrilmente, en que por todos los medios que sugieren la voluntad y el deseo de producir, ha de ser fácil hallar el medio de fomentar el bien general por una educación que aspira al desenvolvimiento de los intereses de todos.

Existen países en la actualidad que son una prueba fehaciente de lo que hemos indicado. Suiza principalmente; nación que vive guiada por su sentir bueno y generoso, amparada por una tradición augusta y llevada de su sentimiento de paz, ha fundado en Ginebra, una de sus capitales, un vasto establecimiento de enseñanza para cursar en él todas las industrias artísticas. Allí se encuentran todos los elementos para la producción. Desde el dibujo y los modelos plásticos en todos los estilos conocidos, hasta los modelos para las industrias varias, con todos los elementos morales y materiales que pueden guiar y enseñar á los alumnos, que acuden de todos los países, aprendiendo á ser verdaderos artistas y artífices empezando por la concepción y trazado del proyecto hasta producir la obra suntuaria, no saliendo del mismo establecimiento en donde hay dignos y expertos profesores para todas las prácticas y para todos los conocimientos que á ellas deben conducir. Se ingresa gratuitamente y se siguen los estudios, que rara vez salen frustrados pues el todo de la enseñanza, muy vasto y completo, admite á todas las categorías de aptitudes, á todos los que piden ayuda para la elaboración de los productos que pretenden ejecutar.

Al amparo de una docta dirección y disponiendo de la piedra, del barro, el vidrio, la porcelana y todas las materias para la cerámica, el hierro, el bronce, el zinc, el cobre, la madera, las sedas y todo lo relativo á las artes metalúrgicas, ebanistería y testiles, prueban la facultad creadora del alumno para llevarla más tarde á su país, con el sello y el poder de la instrucción.

¿Cuándo instalaremos en España una cosa parecida? Han fracasado varias veces las tentativas; varis veces ha sido desoída la voz de esta necesidad que se siente desde el fondo del alma. Cuando lo poseamos y sepamos aprovechar sus enseñanzas, se habrá realizado una obra de incalculables beneficios para nuestra querida patria.

He dicho.

513
PRESENTED
27 JUN. 1904
NATURAL HISTORY

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM 39

UNA PLAYA DE TERRENO CUATERNARIO ANTIGUO EN EL LLANO DE SAN JUAN DE VILASAR

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

DR. D. JAIME ALMERA, PBRO. CANÓNIGO

Publicada en abril de 1904

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1904

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 39

UNA PLAYA DE TERRENO CUATERNARIO ANTIGUO

EN EL LLANO DE SAN JUAN DE VILASAR

POR EL ACADÉMICO NUMERARIO

DR. D. JAIME ALMERA, PBRO. CANÓNIGO

xref

Publicada en abril de 1904

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1904

UNA PLAYA DE TERRENO CUATERNARIO ANTIGUO

EN EL LLANO DE SAN JUAN DE VILASAR

por el Académico numerario

DR. D. JAIME ALMERA, PBRO. CANÓNIGO

Origen del Llano.—En la falda del pliegue anticlinal destruido que integra nuestra cordillera de Levante, constituido por la formación granítica que ocupaba en su tiempo el interior del mismo, nótanse de trecho en trecho llanos más ó menos extensos que separan el mar del eje del dicho anticlinal. El más extenso de ellos, si exceptuamos el delta del Tordera, es el que se extiende desde Masnou á Mataró, limitado en el interior por la sierra granítica, atravesada de pórfidos y granulitos y constituida por los montes de San Mateo, can Buquet, can Narcís, Montcabré y estribaciones de Burriach, y en el litoral por una playa arenosa.

Surcan este llano, á más de algunos arroyos de poca importancia por su corta extensión, varias cuencas, tales como las ramblas ó *rieras* de Teyá, de Premiá, de Vilasar, de Cabrils, de Cabrera y de Argentona, que es la más importante por estar alimentada por mayor número y más extensos afluentes, los cuales, así como los de los precedentes, tienen su origen en la región alta de la vertiente costanera del anticlinal.

Este llano alcanza su mayor anchura (1'500 metros) é igualdad de superficie en el término de Vilasar de Mar, donde se desarrolla en forma de pnnta geográfica que avanza mar adentro entre los términos de Mataró y Premiá, y desde la cual se ve destacar al SO. la colina de Montjuich, como penetrando dentro el Mediterráneo.

Más en el interior ó sea en los términos de Teyá, Premiá de Dalt, Vilasar de Dalt, Cabrils y Cabrera, lejos de continuar la igualdad y uniformidad de superficie antedicha, se presenta ésta muy irregular y desigual por estar en algunos sitios fuerte y anchamente abarrancado el terreno por la acción erosiva de las corrientes acuáticas, que en los días lluviosos ocurren, formando hondonadas ó verdaderos vallecitos de erosión.

Estas aguas corrientes, al mismo tiempo que vaciaban antiguamente y abarrancaban las vertientes de la sierra, dando origen á algunas de las estribaciones de la misma, arrastraban los materiales hacia el mar, dejando una gran porción de los mismos en el trayecto de su curso, á medida que la fuerza de la corriente iba menguando.

De esto se deduce ya claramente que el origen ó formación de este llano es obra más que del levantamiento de la costa, del arrastre de los detritus ó mate-

riales de los sobredichos montes y estribaciones sacados, los cuales, á medida que se han ido acumulando en la entrada del mar, le han ido terraplenando y hecho avanzar la tierra formando la punta titulada de Vilasar.

Constitución geológica de este llano.—La constitución geológica de este llano, según lo que dije en la sesión del 28 de junio de 1895 (1), apoyándome en el corte hecho por D. Manuel de Chía, es de arriba abajo la siguiente:

1.°	Tierra de labor ó terreno cuaternario mezclado con aluviones modernos procedentes de la descomposición del granito, del granulito y de los pórfidos de los montes próximos.	10'50 m.
2.°	Arcillas de color rojo vinoso con algunos restos de *Helix* de la fauna actual. .	2'50 m.
3.°	Margas amarillentas en unos puntos, y arenas ó areniscas cementadas por caliza en otros, con aquellas en algunos puntos fusionadas..	21 m.
4.°	Guijas ó aglomerados, arenas ó areniscas, cuyos elementos son cuarzo, pórfidos y granito que forman la base correspondiente á la ribera del mar ó á la playa, con profusión de restos orgánicos.	2 m.

De esta constitución ó corte se deduce que entran en la composición de este llano dos tramos diferentes por su composición y procedencia, á saber:

1.° Uno constituido por los materiales que se echan de menos en la vertiente costanera de la cordillera litoral ó sea en las hondonadas y vallecitos de erosión, consistentes en cuarzos, feldespatos, micas, compuestos de hierro y otros minerales en menor proporción, que son los constitutivos de las rocas de la sierra. En esta zona están casi todos los restos de Moluscos, Crustáceos, Antozoos, etc. recogidos y de que vamos á hablar luego.

2.° Otro formado por la caliza travertínica, cuyo origen no parece ser en modo alguno, como el cuarzo y los elementos antedichos, local, porque no existen en los contornos materiales que constituyan tales rocas, sino que debe ser muy otro su origen y procedencia, la cual, sea dicho de paso. se cree ser eolica por algunos geólogos y geiseriana por otros. Estos ningún resto marino contienen, excepto en la base, en donde andan mezclados ó revueltos con arenas marinas.

En el borde, pues, de este llano se encuentra el interesantísimo yacimiento de especies de Moluscos indicado, y por ello me he permitido molestar la atención de la Academia sobre el mismo, ya que por trabajos anteriores conoce los diferentes pisos y niveles de los terrenos terciarios superiores existentes en nuestros contornos, caracterizados por sus faunas, con la idea de que conste en sus archivos y publicaciones todo cuanto relativo á la gea y á la paleontología se viene descubriendo en nuestra comarca.

Se halla este yacimiento en el pueblo de S. Juan de Vilasar, á una distancia de pocos metros de la orilla actual del mar, según lo atestiguan los materiales extraídos de varios pozos abiertos para hallar agua con destino al riego, en unos

(1) Boletín n.° 13 (1896).

á la profundidad de 5'50 metros y á la de 6 m., de 7 m., y de 12 m. en otros, según la distancia de la orilla va siendo mayor. Todos ellos acusan una playa baja arenosa antigua, que está cubierta actualmente de un manto de cuaternario continental, caracterizada por la abundancia de *Pectunculos glycimeris* en unos y por un banco de arenas finas, gruesas, de grava rodada y de guijas y arenas coherentes ó arenisca en otros. El yacimiento más inmediato á la orilla, de la cual dista unos 150 metros y últimamente descubierto, situado al extremo oriental del pueblo, está caracterizado por muchas especies de la fauna actual de Gasteropodos y Acéfalos con su cortejo de Crustáceos, Anélidos, Briozoos, Antozoos y Foraminíferos, que suelen acompañar á los Moluscos en las zonas litorales y esteros, viniendo á constituir el conjunto una suerte de formación falunica por la profusión de restos orgánicos que contiene.

Paleontología.

De entre la multitud de especies entre los escombros de este pozo contenidas, he podido reconocer las siguientes:

Crustáceos

Xantho tuberculata R. Q.
Balanus tulipa Ranz.
Lepas sp.

Anelidos

Serpula sp.

Moluscos

GASTERÓPODOS

Strombus Mediterraneus Duclos.
Murex trunculus Linné.
» *Edwarsi* Payraudeau.
Fusus rostratus Olivi.
Nassa costulata Renieri.
- var. *lanceolata*, Bucquoy, Dollfus et Dautzenberg.
- var. *tenuicosta* » » »
- var. *turgida* » » »
- var. *Cuvieri* Payraudeau.

Nassa incrasata Muller.—c.
» » var. *fasciata* Monterosato.
» *reticulata* Linné.
» *granum* Lamarck.—c.

Nassa mutabilis Linné var. *gibba* Bruguiere in Brocchi.

Amycla corniculum Olivi. { var. *elongata* Monterosato. / var. *raricosta* Risso.

Conus Mediterraneus Bruguiere., var. *minor* Monterosato = *C. galloprovincialis* Locard.

Conus Mercati Brocchi.

Cassidaria echinophora Linné.

Mangilia multilineolata Deshayes.

» *albida* Deshayes.

Clathurella linearis Michaud.

Marginella Philippii Montagu.—c.

» *miliaris* Linné.

Natica intricata Donovan.

» *Dillvynii* Payraudeau.

Cypræa (Trivia) Europœa Montagu.

Ovula Adriática Sorverby?

Eulimella acicula Philippi.

Cerithium vulgatum Bruguiere.

» » var. *minutum* Philippi.—c.

» *rupestre* Risso, var. *attenuata* Bucquoy, Dollfus et Dautzenberg.

Esta forma presenta la facies del *C. doliolum* Brocchi

Bittium reticulatum Da Costa.. { var. *Latreïllei* Payraudeau.=*C. Latreillei* Payr. in Locard. / var. *paludosa* B. D. et D.=*C. Paludosum* Mont.° in Locard.

» *lœvigatum* Philippi.

» *lacteum* Philippi.

Cerithiopsis tubercularis Montagu.

Triforis perversus Linné.

Chenopus pespelecani Linné.

Scalaria communis Lamark.

Vermetus arenarius Linné.

» *glomeratus* Linné.

» *triqueter* Bivona.

Rissoa similis Scacchi.

» *ventricosa* Desmarest, var. *minor*.

» *parva* Da Costa, var. *interrupta* B. D. et D.=*R. interrupta* Ad. in Locard.

Rissoa dolium Nyst?

» *lineolata* Duncan.

» *ventricosa* Desmarest.

» *costata* Adans.

Rissoa contorta Jeffreys, var. *elata* B. D. et D.
» *lactea* Michaud.
Rissoina, grup. *Bruguierei* Payraudeau.
» *auriscalpium* Linné.
Truncatella subcylindrica Linné, var. *lævigata* Risso.
Bythinia cf. *Almerai* Brusina.
Phasianella pullus Linné.
Assiminea litorina delle Chiage.
Neritula neritea Linné.—c.
Trochus striatus Linné.
» *turbinoides* Deshayes.
» *magus* Linné, var. *obsoleta* B. D. et D.
» *dubius* Philippi.
» *umbilicaris* Linné.
» *miliaris* Brocchi.
» *ardens* von Salis.
» *Gravina* Monterosato.
Clanculus Jussieui Payraudeau.
Danilia Tinei Calcara.
Fissurella græca Linné.
Patella cærulea Linné. { var *aspera* Philippi. / var *subplana* Potiez et Michaud.
Calyptræa chinensis Linné.
Adeorbis Woodi Hörnes, var. *lateumbilicata* Almera et Bofill.
Acmæa virginia Müller.
Haminea navicula Da Costa.
» *hydatis* B. D. et D.
» *miliaria* Brocchi.
Oxynoe olivacea Rafinesque.

Bivalvos.
Ostrea edulis Linné.
» » Linné. { var. *lamellosa* Brocch. / var. *Tarentina* Issel.
Anomia ephippium Linné.
Pecten multiliratus Poli.
» *distortus* da Costa.
Pina pectinata Linné, var. *angusta* Weinkauff.
Mytilus minimus Poli.
» *solidus* Martin.
Modiola Adriatica Lamark.
Modiolaria costulata Risso.

Arca diluvii Lamark.
Arca Noæ Linné.
» *tetragona* Poli.
» *pulchella* Reeve.
» *(Barbatia) lactea* Linné.
Pectunculus pilosus Linné,
» *glycimeris* Linné.
Pectunculus violacescens Lamark.
Chama gryphoides Linné.
» *gryphina* Lamark.
Cardium papillosum Poli.
» *oblongum* Chemnitz.
» *subtuberculatum* Linné.
» *Norwegicum* Spengler.
» *edule* Linné.
» *exiguum* Gmelin.
Divaricella (*Lucina*) *divaricata* Linné.
Loripes lacteus Linné.
» *ovata* Linné?
Galeomna Turtoni Sowerby.
Jagonia reticulata Poli.
Gouldia minima Montagu, var. *zigzag* Monterosato.
Venericardia (*Cardita*) *antiquata* Linné.
» » » var. *trapezoidea* Monterosato.
Mytilicardia Cardita (*calyculata*) Linné var. *oblonga* Requien.
Venus gallina Linné, var. *minor*.
» *fasciata* Da Costa.
» *ovata* Pennant.
Cylhercea (*Meretrix*) *chione* Linné.
» *rudis* Poli.
Dossinia (Artemis) exoleta Linné, var. *minor*.
Tapes aureus Gmelin var. *major*.
» *decussatus* Linné, var. *pulchella* Lamark.
» *pullastra* Linné.
Lucinopsis undata Pennant.
» *Lajonkeiri* Payraudeau.
Venerupis irus Linné.
Petricola lithophaga Retzius.
Mactra snbtruncata da Costa.
» » var. *Conemenosi* B. D. et D.
Tellina pulchella Lamark.
» » *incarnata?* Linné.

Tellina donacina Linné.
» *tenuis* da Costa.
Psammobia intermedia Deshayes.
Syndosmia alba Wood.
» *ovata* Philippi.
Scrobicularia plana da Costa.
Donacilla cornea Poli. { var. *transversa* B. D. et. D. / var. *lurida* Brusina.
Ervilia nitens Montagu.
Donax variegatus Gmelin, var. *tristis* B. D. et D.
» *venustus* Poli.
» *truncatus* Linné.
Solen ensis Linné? var. *minor*.
Solecurtus antiquatus Pultener?
Corbula gibba Olivi.
Morbulomya Mediterranea da Costa.
Thracia papyracea Poli.
Gastrochena dubia Pennant.
Saxicava arctica Linné.

Braquiopodos

Terebratula sp.

Briozoos

Smittia sp.

Antozoos

Caryophillia sp.

Equinidos

Baguetas ó puas.

Observaciones.—En general esta fauna tiene gran afinidad, como es lógico, con la actualmente viviente en el mar del mismo pueblo, enumerada por D. A. de Zulueta (1); pero es de notar que la gran mayoría de los individuos son desmedrados ó de menor talla que los de las mismas especies que viven en la actuali-

(1) Bulletí de la Institució Catalana de Historia Natural.—Any III, pàg. 39.—1903.

dad; de suerte que como lo he senalado en el *Ceritium vulgatum* podrían constituirse una buena porción de vars. *minor*, ya que es persistente la existencia de esas pequeñas dimensiones en los individuos. Quizá es esto debido á la escasez de caliza y á la poca profundidad de las aguas en tal sitio.

El conjunto de ella así como la constitución geológica del yacimiento, acusan en dicha localidad la existencia de un estero, en el cual, como es propio de todos, las aguas marinas andaban mezcladas con las dulces ó pluviales. Impidiendo la condición misma de su debil fondo que la fuerza y agitación del oleage agitado por los vendabales alterase su tranquilidad, explica que pudieran pulular en él la multitud de especies y profusión de individuos de Moluscos de régimen litoral y que pudieran resistir la fractura y trituración, que la fuerza y movimiento de las olas siempre ocasiona, á pesar de la delicadeza de la concha de muchos individuos, y que varios Bivalvos de pequeñas y grandes dimensiones se encuentren con sus dos valvas todavia adheridas.

De las especies que componen esta faunula, propias en su gran mayoría de la zona batimetrica de los Laminados, hay tres que me llamaron desde luego la atención, á saber: *Strombus Mediterraneus*, *Conus Mercati*, *Adeorbis Voodi* var. *lateumbilicata*, que han desaparecido ya del Mediterráneo, lo cual comunica á la misma un carácter intermedio entre el Cuaternario y el Plioceno superior, y que la hace atribuir por tanto al Cuaternario antiguo, sincrónico de él reconocido en el litoral de Mallorca por Lamarmora y confirmado más tarde por Hermite (1), en donde se encuentra el *Str. Mediterraneus* y otras varias especies idénticas á las nuestras.

Este yacimiento marino con especies de climas cálidos, debió ser coetáneo del *Rhinoceros Mercki*, de la *Testudo Lunellensis*, descubiertos hace poco en el cuaternario antiguo continental del parque Güell de Gracia, de los cuales tiene ya conocimiento la Academia, y viene á confirmar que la temperatura media de nuestro país ha variado desde los tiempos cuaternarios acá, no solo en la tierra, sino también en el mismo Mediterraneo, ya que no es posible en la actualidad ni en el mar, ni en la tierra de los contornos de nuestro litoral, la existencia de tipos animales de las zonas cálidas, que pudieron existir en nuestro pais, hasta el principio de los tiempos cuaternarios.

Este descubrimiento tiene tanto más interés, cuanto nuestro consocio correspondiente M. Deperet acaba de comunicar á la Sociedad geológica de Francia un descubrimiento similar efectuado en las cercanías de Niza, con ocasión de construirse también algunos pozos en ellas, calificándole de importante por ser hasta el presente desconocido un hecho de tal índole en las costas mediterraneas de Francia, y yo debo calificarle de la misma manera por ser asimismo desconocido en las costas meridionales de España.

---

(1) Etudes geologiques des iles Baleares, pág. 277, y sig.

Y es tanto más importante para nosotros, cuanto revela una vez más esta coexistencia de faunas cuaternarias, la igualdad ó analogía. cuando menos, de condiciones climatológicas que reinaba en las costas de Francia y de nuestro Principado en los tiempos cuaternarios, ya que, como hemos visto, son los mismos los animales que en ambas costas y litorales existieron en aquella época, á saber: *Rhinoceros Mercki* Kaup, *Testudo Lunellensis* Almera et Bofill, *Cervus elaphus* Linné, *Helix Depereti* Locard en la tierra, y el *Strombus Mediterraneus* Duclos, el *Conus Mercati* Brocchi y otras especies en el mar. Además por lo que respecta á éste las análogías climatológicas con nuestro litoral se extenderían al litoral toscano, á las islas Pianosa, Mallorca, Chipre y á las costas de Tarento y de Argel, ya que en todos estos puntos han sido hallados lo mismo el *Strombus* que el *Conus* en cuestión.

Una diferencia, sin embargo, si bien de otro orden hay que hacer notar entre el yacimiento de nuestro pueblo y la de los puntos citados de Francia, y es la relativa á la altura sobre el nivel del mar, pues mientras en la costa de Niza dicho depósito se encuentra á la altura de 25 á 30 metros sobre el nivel del mismo, aquí solo á 2 metros y aun escasos lo encontramos.

Esto nos indica que los movimientos de nuestra costa desde los tiempos cuaternarios no han ni de mucho igualado á los de aquellas costas alpinas y demás regiones bañadas por el Mediterraneo, y de consiguiente, que goza de mayor estabilidad que aquéllas, á pesar de las recientes oscilaciones de la misma, y de los sacudimientos y terremotos que ha experimentado nuestro suelo en el decurso de los tiempos cuaternariós é históricos, según acusan la constitución del mismo, la tradición y la historia de nuestro Prineipado.

Barcelona 15 de junio de 1903.

Nota durante la impresión:

Recientemente la exploración de la cueva del *Rince* en Menton por M. Boule, en la que especies de climas calidos (*R. Mercki*, etc.), del Cuaternario antiguo descansan sobre una playa con *Str. Mediterraneus*, ha originado una interesante discusión en la que han terciado MM. Deperet, Boule, de Lamotte, Dollfus, y M. Bertrand, relativa al nivel á que deben atribuirse las capas litorales con *Str. Mediterraneus* con relación á las que contienen *Clephas antiquus*, *Rh. Mercki*, etc. Según MM. Dautzenberg y Dollfus, este *Str. Mediterraneus* será el *Str. bubonus* Lk. del Senegal y del Gabon y Cabo Verde.—*Compte rendu sommaire de la Soc. geol. de France*, 1904, p. 14.

FILED
27 JUN 1904
NATURAL HIST

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM 40

EL LLOBREGAT:

SUS CUENCAS ALTA, MEDIA Y BAJA, Y OBRAS INDISPENSABLES QUE HAY QUE REALIZAR EN ELLAS, PARA CONSEGUIR QUE LAS INUNDACIONES SEAN CADA VEZ MENOS TEMIBLES, Y LAS AGUAS NORMALES MÁS CONSTANTES, CON AUMENTOS DE RIQUEZA PÚBLICA Y PARTICULAR

POR EL ACADÉMICO

D. RAFAEL PUIG Y VALLS

Publicada en octubre de 1904

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1904

MEMORIAS

DE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES

DE BARCELONA

TERCERA ÉPOCA — VOL. IV. NÚM. 40

EL LLOBREGAT:

SUS CUENCAS ALTA, MEDIA Y BAJA, Y OBRAS INDISPENSABLES QUE HAY QUE REALIZAR EN ELLAS, PARA CONSEGUIR QUE LAS INUNDACIONES SEAN CADA VEZ MENOS TEMIBLES, Y LAS AGUAS NORMALES MÁS CONSTANTES, CON AUMENTOS DE RIQUEZA PÚBLICA Y PARTICULAR

POR EL ACADÉMICO

D. RAFAEL PUIG Y VALLS

Publicada en octubre de 1904

BARCELONA

A. LÓPEZ ROBERT, IMPRESOR.—CONDE DEL ASALTO, 63.

1904

EL LLOBREGAT: SUS CUENCAS ALTA, MEDIA Y BAJA

Y OBRAS INDISPENSABLES QUE HAY QUE REALIZAR EN ELLAS, PARA CONSEGUIR QUE LAS INUNDACIONES SEAN CADA VEZ MENOS TEMIBLES, Y LAS AGUAS NORMALES MÁS CONSTANTES, CON AUMENTOS DE RIQUEZA PÚBLICA Y PARTICULAR

por el Académico

D. Rafael Puig y Valls

Sesión del 30 de mayo de 1904

Preocupa á muchas gentes, por interés directo ó por amor al país, el encauzamiento del Llobregat. Cada avenida de inundación, cuando la agricultura local sufre las consecuencias de las aguas desbordadas, y quedan cubiertas de arenas y cantos rodados las huertas y los campos que el trabajo ha fecundado, los ayes de dolor y desesperación atruenan el espacio durante algunos días, se nombran comisiones, se debate el asunto en la Diputación provincial, se envian delegados á Madrid para que expongan los males de la patria al Gobierno; todos prometen estudiar el asunto con cariño, interesarse por la obra de reparación de tantos males...; y, entre tanto, la charca, allá en la cuenca baja del río, reparte aire pestilencial por toda la comarca, el desaliento cunde, los dolores y las angustias se hacen crónicos, y las gentes se acostumbran al mal, que no sabiendo combatir, acaban por pactar con él, conviviendo con el desastre, contentas si la tregua es larga y capaz de compensar el sacrificio que repare los daños causados, y si la esperanza en los estudios hechos se realizará, poniendo término y para siempre, á los daños y perjuicios causados por las inundaciones del río.

Al escribir este trabajo, estamos en un período de descanso; el esfuerzo hecho ha sido fatigoso, las comisiones han estudiado el asunto con amor, los ingenieros han levantado planos y formado proyectos para desviar el río, encauzar sus corrientes, sanear la zona mojada, fertilizarla y convertirla en jardín y huertos de gran rendimiento, en una palabra, se ha hecho sobre el papel, un estudio de la cuenca baja del río que prueba mucho celo, mucha inteligencia y un buen deseo digno de alto encomio.

Esta labor, dedicada á la zona de inundación del Llobregat, se repite en la mayor parte de los ríos de España, que, por su régimen torrencial, exponen á los ribereños á contínuos desastres, que destruyen, en un día, el trabajo de muchos años.

Ahora mismo, muchos hombres de Estado, ansiosos de hacer algo que com-

pense las espantosas pérdidas que ha sufrido el país, dedican su atención á la política hidráulica, más fecunda en espegismos que en realidades, porque los pantanos y los canales, aún siendo tan útiles y necesarios, en toda la zona, extensísima en nuestra península, sometida al clima africano, si solo se atiende á su emplazamiento, á la impermeabilidad del suelo en que se ha de embalsar el agua, y á la racional resistencia de la obra, en relación con una bien meditada economía, con ser esto tan digno de aplauso, es á todas luces insuficiente, y aun perjudicial en la mayoría de los casos, porque se olvida un dato de experiencia importantísimo, porque no se vé que, mientras las aguas arrastren en sus mayores avenidas, grandes masas detríticas, todas, absolutamente todas las obras efectuadas en los cauces de los ríos y torrentes, serán: unas, sepultadas bajo la masa de acarreo, otras, derribadas por el empuje de aguas impetuosas, y todas, más ó menos tarde, inutilizadas; sumándose así, al daño de la inundación, el del capital empleado en obras hidráulicas costosas, tirado por la imprevisión, y quizá por el afán de hacer algo lucido que se vea, que dure unos cuantos años, que parezca una solución, cuando no es más que una añagaza para ir contemporizando con males que una inteligencia previsora debería estirpar para siempre de nuestro suelo.

La ciencia ha dicho sobre esta materia, y de manera categórica, lo que confirma la experiencia todos los días; recorran nuestros hombres públicos las vaguadas de los ríos y torrentes de régimen torrencial, y ocasión tendrán de observar siempre el mismo fenómeno: en las cuencas altas de los ríos, torrentes que surcan el territorio, ahondando la vaguada en terrenos permeables, desnudos, hasta llegar á la roca, que, según sea su composición mineralógica y su dureza, resistirá más ó menos tiempo á la acción demoledora de las aguas, y á la trituradora de los hielos, pero, desgastándose con el rozamiento y el choque, para aumentar la masa detrítica que ha de rellenar, en días de fuertes avenidas, las llanuras y el fondo de los mares. Pero, como el agua al circular por las vertientes, sigue la acción forzada de la máxima pendiente, al recorrer superficies sinuosas, choca en los recodos más ó menos violentos del terreno que halla en su camino, socava la base de las tierras inclinadas hácia el fondo del valle, forma bolsas y huecos en los estratos, rompiendo la cohesión de las tierras que, empapadas de agua, resbalan sobre la roca inclinada que las sustenta, forman dique en el cauce del torrente, y en días de temporal, cuando caen muchos litros de agua por metro cuadrado de superficie, sin hallar obstáculos que los detengan en las fuertes pendientes denudadas, aquel cúmulo de fuerzas espantosas lo arrastra todo: aguas, tierras, cantos rodados, camino de la máxima pendiente, y de la arteria principal, en cuya intersección se nota la traza del cono de deyección, compuesta de materiales amontonados por orden de densidad, y que son, sumados, la amenaza de nuevos desprendimientos, camino de la cuenca baja del río, que lo es de desastre y de ruina para los pobres ribereños, que han acumulado, á fuerza de sudor y de trabajo, en las márgenes de los ríos, un capital y una gran riqueza.

La consecuencia forzosa de este estado de cosas, puede traducirse en esta

breve fórmula: «Todos los ríos de la zona de clima mediterráneo ó africano, en sus cuencas alta y media, tienen régimen torrencial», resultando de esta triste verdad:

I.—Que la denudación de nuestras montañas es inmensa.

II.—Que los materiales de denudación, arrastrados por las aguas, rellenan las soleras de los pantanos, los canales y las presas, modifican las corrientes del río principal, inundan y esterilizan las tierras de las cuencas bajas, y arrastrados los limos y las substancias más buenas y fértiles de nuestros valles y llanuras por las corrientes de los ríos, tiramos al mar la flor de nuestro territorio, contemplando impasibles la pérdida anual de millones de pesetas con una indiferencia aterradora.

Ábrase una información para ver que opinan sobre tan importante materia: los sindicatos de riego, la Sociedad del canal de Urgel, los pueblos ribereños, cuya existencia amenaza una presa que se rellena, ó un puente cuyo lecho tiende á cegar las bocas de desagüe; que hablen los pueblos que sufren inundaciones periódicas, de intérvalo cada vez más corto, para que expliquen la influencia de los aterramientos en los desastres de la inundación, y después, si creen que ha llegado la hora de estudiar hondamente el fenómeno para dominarlo ó disminuir sus destructores efectos, que vayan al orígen, siguiendo la cuenca alta del río, ó torrente, hasta llegar á sus más altas ramificaciones, y verán surcos profundos trazados por las aguas en todas las vertientes desarboladas, superficies que denudan: las aguas, el pastoreo irracional, la pateadura de ovejas y cabras en número excesivo, el arranque de la hierba por el diente voraz del ganado lanar y de pelo, y los hielos, en superficies desabrigadas; grandes masas de tierras y rocas que van resbalando hácia el fondo de los valles, y que se han de convertir forzosamente en materiales de invasión de las tierras bajas, en días de inundación; torrentes que han producido inundaciones espantosas, y que, pocas horas después del desastre, no presentan ni rastro de agua que indemnice, bien aprovechada, de los daños y perjuicios causados; masas caóticas, esparcidas por los terrenos, muros de molinos que se llevó la corriente, pequeños huertos llenos de cantos y arenas estériles, árboles raquíticos cubiertos de hierba seca y de limo inclinados en el sentido de la corriente; en todas partes, desolación; en todas partes, ruinas.

Y estas pequeñas cuencas altas, cuyas vaguadas desaguan al río principal, le envían su contingente de aguas, en período corto de tiempo, que suman fuerzas espantosas; y que, aun distribuyéndose en cauce más ancho, y vertiéndose en pendiente más suave, el caudal de aguas, en un tiempo dado, si pierde en fuerza y velocidad, gana en extensión, cubriendo mayores superficies sobre las que la sedimentación va depositando lentamente sus materiales pétreos ó terrosos, según sea la velocidad de la corriente, tan múltiple y variada en ríos caudalosos y en período de inundación.

Contra estos males, de índole igual ó parecida, padecidos por todos los ríos de régimen torrencial, las obras de desviación y encauzamiento hechas en las

cuencas bajas, serán un paliativo, durante algunos años, y más tarde, inútiles y perjudiciales; y claro es que, al hablar de esta clase de accidentes, no he de excluir al Llobregat, ni las obras proyectadas para desviar, encauzar y sanear su cuenca baja, con inteligencia que no cabe discutir siquiera, pero, sin buscar el orígen del mal para corregirlo, disminuyendo, en cuanto cabe en lo humano, sus estragos, cada vez más repetidos, más llorados y más temidos.

Y que en el orígen del mal cabe buscar remedio, lo dice la misma naturaleza, que es necesario observar, con cuidado, para descubrir lo que sólo es difícil al que la mira distraído ó con ánimo preocupado. Fíjese la atención en las montañas cubiertas de arbolado, y se verá que, en las mayores pendientes, las tierras están sostenidas por las raíces, sin erosiones peligrosas, ni surcos que son orígen del torrente que mina, socava y destruye; y se vé más aún, se ven grandes trazos en el terreno y en el sentido de la máxima pendiente, cubiertos de vegetación que fueron torrentes en miniatura, cuando aquellas superficies estaban desnudas, y que la invasión de matas y árboles ha cegado, convirtiendo aquellos elementos de denudación, por donde bajaron rápidamente aguas cargadas de limo, en riachuelos inofensivos por donde circula la hulla verde, suma de filetes líquidos retenidos largo tiempo, en las vertientes, por los obstáculos infinitos del bosque, de manantiales que han atravesado la capa mantillosa del suelo y estratos inclinados, hasta hallar la roca que buza en sentidos varios, camino del valle, caudal de agua clara, de duración larga, de contribución perenne á la línea de aguas principal, sin el que, la tierra, agostada y sedienta, y la fábrica desfallecida y sin fuerza, no son mas que elementos de desesperación y de pobreza.

Ahora bien, si en las cuencas altas, las vertientes desnudas ofrecen al observador señales evidentes de desolación y de ruinas; si por las superficies desarboladas corren las aguas destruyendo, mientras que en las que están cubiertas de vegetación, el mismo elemento es, por obra de la naturaleza, signo de fertilidad y de conservación; si las aguas en terrenos cubiertos no denudan, ni arrastran, ni corren en grandes masas, detenidas en la inmensa superficie de los troncos y las hojas, filtradas al través de la masa esponjosa del suelo, por el obstáculo de troncos, musgos, líquenes y hojarasca, hallado en su camino, claro es que la naturaleza nos enseña que, el remedio al mal lamentado, debe aplicarse preferentemente en los sitios donde aquel tiene su orígen, sin perjuicio de completar la obra, construyendo en la cuenca baja la que se crea menester para encauzar las aguas, sanear los terrenos situados dentro de las filtraciones del río, y ponerse en condiciones de aprovechar el aumento de aguas en estiajes altos y prolongados, que se obtendrían, corrigiendo los torrentes, sosteniendo los terrenos que se deslizan sobre estratos rocosos, cuando las tierras, empapadas de agua, resbalan sobre bancos pétreos que buzan en el sentido de la normal á la vaguada, y poblando de arbolado las extensas superficies de las cuencas altas de los torrentes. que conviertan los terrenos que, hoy están denudándose, en centros de defensa, en pantanos naturales que embalsen enormes cantidades de agua, y en fábricas

de productos forestales de gran porvenir, si se implantan las industrias de carbones, resinas, breas, aceites esenciales, procedentes de destilaciones en vasos cerrados, de aplicación cada día más extensa y variada, como será cada vez más estimada la madera de hilo y de sierra, en país como el nuestro, en que se importan productos forestales por más de 50 millones de pesetas al año, y que, siendo por lo quebrado de su suelo y la altitud é importancia de sus cordilleras una región del mundo genuinamente forestal, puede aspirar á exportar sus maderas, leñas y carbones, como exporta ya sus cortezas suberosas, cuando es sabido ya que Europa gasta mil millones de francos anuales, en maderas y leñas que importa de Rusia, Suecia y Noruega, el Luxemburgo y Dinamarca.

He dicho antes que los bosques son, cuando están bien poblados, y tienen espesura normal, *pantanos naturales,* y como no quisiera que se tomara la frase como una figura retórica, he de ampliarla, concretando su alcance y su precisión.

Un pantano artificial, no es mas que un gran embalse de aguas recogidas en un sitio apropiado del terreno, cerrado por medio de una presa, en estrecheces de un valle para captar aguas corrientes, reforzada la solera para evitar filtraciones, con el objeto de crear fuerza, aguas de riego permanente, etc. Los inconvenientes del pantano artificial, son evidentes: gastos en obras de importancia, sobre todo si hay necesidad de reforzar mucho la solera; rellenamiento fácil del embalse por sedimentación mecánica de masas detríticas arrastradas por las corrientes vertidas en el pantano; pérdida de grandes cantidades de aguas por evaporación; calentamiento de las aguas, en verano, con la fácil producción de mosquitos y miasmas pestilentes; conservación cara de las obras, si el río tiene carácter torrencial, etc.

En cambio, el bosque, que he llamado pantano natural, ofrece aspecto completamente distinto, aun cuando almacena una cantidad enorme de agua, repartida en la forma siguiente:

Agua que, en días de lluvia, moja las hojas y los troncos, y que se evapora rápidamente.

Agua que cae sobre el suelo, y corre más ó menos rápidamente, por las máximas pendientes, hasta llegar á la vaguada del río ó torrente.

Agua que filtra á través de la capa mantillosa, y que solicitada por la acción de la gravedad, va circulando por el suelo, hasta llegar á un estrato rocoso ó á una capa de arcilla saturada de agua por donde resbala en la dirección que buza aquella capa, saliendo, casi siempre, al exterior, en forma de manantial.

Agua de vegetación absorbida por las raíces, con la que se elabora la savia, y que, llegando á las hojas, sale al exterior, en gran parte, en forma de vapor, quedando el resto en los tejidos del vegetal.

De esta repartición de agua de lluvia, caida sobre una superficie forestal, queda, en realidad, empantanada toda ella, escepción hecha de la que corre por las máximas pendientes hasta desaguar en las vaguadas que constituyen el régi-

men hidrológico de las cuencas altas; porque, toda la que se evapora, ya sea directamente desde las superficies mojadas á la atmósfera, ya sea indirectamente, desde las raíces, pasando por los tejidos celular, fibroso y vascular hasta las hojas, toda esta enorme masa de agua, juega en el régimen lluvioso de la comarca un papel importantísimo que voy á permitirme desarrollar, concretando mi atención á la cuenca alta del Llobregat, y á los ríos Bastareny, Greixa, Saldes, Metje, etc., que forman la cuenca alta de aquel río.

La vegetación, en su período de actividad, desde que nacen las hojas, hasta que caen de los árboles, y en los de hoja perenne, como los pinos, algunos robles, etc., durante todo el año, exhalan una cantidad inmensa de agua en estado de vapor. Durante el día, mientras el sol está alto y la temperatura es elevada, el aire, á los 20 grados centígrados, disuelve unos 18 gramos de vapor por metro cúbico de aire, de modo que, por húmeda que sea la atmósfera, estando el aire caliente, su trasparencia es casi absoluta. Pero, á la caida de la tarde y en las grandes altitudes, la atmósfera se enfría rápidamente, el aire pierde su capacidad de disolver vapor de agua, y no pudiéndola conservar en disolución, el agua tiende á recobrar el estado vesicular, formándose las nieblas que se arrastran por las vertientes arboladas y en las desnudas, pero muy húmedas, en que existe una gran evaporación. Aquellas nieblas mantenidas á poca altura sobre el suelo, aun cuando no se resuelvan en llovizna que, si se resuelven con frecuencia, producen rocíos copiosísimos, que devuelven á la vegetación cantidades de agua depositadas en todas las superficies lisas, verdes, brillantes, todas aptas, por enfriamiento, para condensar el agua en estado de vapor. Véase, pues, si en el ciclo constante de agua que se evapora de las hojas y partes verdes de los vegetales, y que va á la atmósfera, y que de ésta vuelve á los árboles, en forma de niebla, llovizna y rocío, si hay empantanamiento de cantidades enormes de metros cúbicos de agua, en que, por el intermedio de los árboles convertidos en bomba aspirante é impelente, se establece una corriente constante de agua entre el subsuelo, el suelo y la atmósfera.

Pero este equilibrio tan admirable, cuyo mecanismo acabo de explicar, entre el agua, en estado líquido y de vapor, determinado por la acción del sol, con ser tan hermoso, tan útil y tan digno de ser estudiado, no bastaría aún para demostrar la grande eficacia de los montes, como reguladores de los meteoros acuosos, si las masas arboladas por ser agentes de evaporación de aguas en inmensas proporciones, no fueran refrigerantes de la atmósfera y condensadores de aire que provocan la formación de nubes y la caida de lluvias, en grande escala, cuando la tierra sedienta, por la activa acción del sol, necesita renovar sus energías en el gran concierto de la vida universal.

Fíjese la atención en la cuenca, objeto de mi estudio, porque cada comarca, sometida á régimen de corrientes aéreas distinto, ha de exigir forzosamente modificación en sus elementos, por mas que la ley sea general y el resultado el mismo, y se verá que, los montes públicos y particulares, enclavados en los tér-

minos de Pobla de Lillet, San Julián de Sardanyola, Bagá, Greixa, Gisclareny, Saldes, Valldan, etc., ofrecen siempre el mismo fenómeno; por las mañanas, antes de salir el sol, formación de cantidades inmensas de niebla que dan á la comarca la fisonomía de tierras sumergidas en un mar de nubes, resultado del enfriamiento atmosférico que no puede disolver la gran humedad que evaporan los árboles; más tarde, cuando el sol empieza á calentar la tierra, el aire, menos denso, disuelve mayor cantidad de vapor, la niebla, en parte, desaparece, otra, se eleva empujada por las corrientes de aire caliente, y al hallarse fuera de la acción directa de la tierra, se convierte en nubes, en cúmulus de grande espesor, que, si transpone la cordillera, solicitada por el viento S. E. que viene del mediterráneo, duro en las grandes alturas del cielo, se desvanece en las vertientes pirenaicas francesas, sin dejar rastro en parte alguna, ó se mantienen como globos aereostáticos que flotan en la atmósfera, hasta que enfriándose cada vez más, se convierten en lluvia, granizo ó piedra, según el estado eléctrico de la atmósfera local. Mientras se realizan estos fenómenos en las cumbres pirenáicas, el sol levanta inmensas cantidades de vapor de la superficie mediterránea, en estado transparente, si el aire es caliente; en estado de niebla ó nube, si es frío; encargándose las corrientes aéreas del S. E. de transportarlas al Pirineo, que es el obstáculo que no pueden franquear, si flotan á alturas inferiores á 2.000 metros, y que enfriándose, cada vez más, por efecto de la acción refrigerante del bosque, y la altitud de la cordillera, se resuelven en lluvia, que es casi siempre más copiosa en la montaña que en el valle y la llanura, y más constante también, como efecto de las dos causas mencionadas: la acción de las superficies arboladas como evaporantes y refrigerantes, y el obstáculo de la cordillera al paso de las nubes que chocan contra ella, y que al enfriarse á razón de un grado por ciento ochenta metros de altitud, término medio, se resuelven en nieve, lluvia ó piedra según sea el estado eléctrico de la atmósfera.

Y como el agua de lluvia en superficies arboladas, sigue en su movimiento ascendente y descendente la marcha que he explicado en párrafos anteriores, claro es que, el empantanamiento de gran parte de ella, es de una eficacia importantísima, como trato de demostrarlo en la discusión racional de tan importante asunto.

Por otra parte, el empantanamiento natural del agua por la acción de las superficies arboladas, no es, ni puede ser solo objeto de un estudio más ó menos discutible, sino dato de observación, en que no he de insistir, porque todo el mundo sabe que el suelo mantilloso de los montes es una verdadera esponja que se satura lentamente, transmitiendo el filete líquido al suelo y subsuelo, y la corriente interior, sometida á la acción de la gravedad, se empantana formando charcos en el subsuelo, si las capas impermeables de éste son horizontales, ó corren por las pendientes de los estratos hasta dar salida al exterior, en forma de manantial, si estan inclinadas; siendo el volúmen y número crecido de ellos la mejor garantía de constancia de agua en los cauces, y de su mayor volúmen, como término medio, en estiaje.

Claro es que influyen en el régimen de los meteoros acuosos de la cuenca alta del Llobregat, como en todos, otros elementos de caracter general, y en primer término, las grandes depresiones atmosféricas que acusan los barómetros, y que producen los enormes desplazamientos de las masas aéreas, que tendiendo siempre por acción mecánica, al equilibrio, la del sol, con su eterno y variado cambio de densidades de las capas aéreas, motiva los ciclones y ante-ciclones que modifican, con rasgos generales, la marcha regular de los climas locales en cada estación anual. Pero, aún así y todo, la influencia de grandes masas arboladas en las principales cordilleras del globo, influiría y modificaría la marcha y el régimen de los grandes movimientos aéreos, porque, en el mundo, no hay fuerza perdida, ni suma de ellas, por pequeña que sea, que no constituya un elemento de energía poderoso, destinado á contrabalancear á los demás, con tendencia á esa gran síntesis de la vida, en el tiempo y en el espacio, traducida gráficamente por una sola palabra que se llama «equilibrio».

Y como todo esto que acabo de explicar no está dicho con toda la claridad que yo quisiera, para no alargar excesivamente este trabajo, ya que los tiempos presentes y las necesidades de la vida exigen labor condensada, en contraposición á lo que se ha hecho hasta ahora, quizá con lógica y buen sentido, yendo en busca de cálculo razonado, lento, analítico, base de las grandes síntesis que convierten la ciencia, en principios axiomáticos para que la humanidad, los que han de venir, gocen con nuestras conquistas, sin más fatiga que la de contemplar la obra maravillosa de los siglos, al través del tiempo y del espacio; creo lo mejor ofrecer á los que lean este trabajo, un dato de experiencia, no hallado en obras extranjeras y en trabajos ajenos, sino aquí, en España, en labor casera, explicado por persona perita D. Andrés Avelino de Armenteras, Ingeniero de Montes, que en su libro, de reciente publicación, titulado «Árboles y Montes», se lee en su página 170 y siguientes, lo que sigue:

«El ejemplo notable de estos trabajos (se refiere á los de repoblación forestal y á la corrección de torrentes) lo encontramos en España en la sierra del río Espuña, de tristísimo recuerdo por las célebres inundaciones de Murcia. No podemos, por falta de espacio describir todos los que allí se han llevado á efecto, pero bastará á nuestro propósito ofrecer al lector algún ejemplo que le sea fácil comprender. En las vertientes de la rambla de Libor se efectuó la corrección del importante barranco de en Medio, de 523 hectáreas de cuenca, entre 878 y 1.584 metros de altitud, construyéndose 31 diques principales y 376 secundarios, con tanto acierto y economía, que el gasto total de la hectárea no pasó de 27 pesetas, quedando completamente corregida la cuenca según demuestran las grandes lluvias ocurridas posteriormente, pues el agua aumentó después de ellas con suavidad en el cauce, se mantuvo el desagüe muchos días, y no han vuelto á tener lugar los deslizamientos de terreno que antes ocurrían. El barranco del Marqués merece también ser aquí citado, pues, antes de ser corregido daba, apenas llovía, un río de agua; y á poco de cesar la lluvia, quedaba seco. El día

18 de Diciembre último (1902) según un testigo presencial, en solo hora y media, cayó una lluvia de 63 milímetros, medidos en el pluviómetro, y únicamente bajó por el barranco una pequeña cantidad de agua, casi constante, durante tres días. En cambio, la avenida fué rápida, considerable y pasajera en los otros afluyentes del río Espuña, donde no se han hecho análogos trabajos. Por nuestra parte tenemos tanta fé en el procedimiento que acabamos de bosquejar, que aconsejamos á los muchos pueblos de España que no tienen otra protección del Gobierno, contra el régimen torrencial, que la concesión de pequeños donativos cada vez que una impetuosa avenida pone de manifiesto los daños que sufren, por sí mismos, si no disponen de un Ingeniero de Montes que dirija los trabajos, hagan plantaciones y construyan en las torrenteras muros colocados perpendicularmente á la dirección de los arrastres, seguros de que su obra, á pesar de ser imperfecta por la falta de una dirección técnica, les resultará altamente provechosa. El autor de este libro ha tenido la curiosidad de preguntar en muchos pueblos de España que sufren los efectos del régimen torrencial, si habían pensado en impedirlos, ya que el Gobierno no lo hacía, y ha oído con este motivo contestaciones curiosas, algunas no faltas de ingenio, aunque ninguna revelaba un plan acertado para evitar el mal. Todas, absolutamente todas estas contestaciones se inspiraban en la obsesión de las grandes construcciones en la parte baja de las cuencas, por cuyo motivo conviene pregonar muy alto, como lo hacemos en este capitulo, la eficacia de los trabajos hidrológico-forestales. Hay que atacar al enemigo antes de que organice su ejército, porque si le permitimos que lo constituya, las más de las veces conseguirá vencernos».

Estos trabajos que se hacen ya con gran provecho en las cuencas del Segura (Murcia), del Júcar (Valencia), y del Lozoya (Madrid), para evitar las inundaciones en las cuencas bajas de dichos ríos, tan espantosas, sobre todo, en la vega murciana, deben imitarse en la cuenca alta del Llobregat, y muy especialmente, en toda la zona comprendida desde el «Coll de Marollas», límite de la provincia de Barcelona con Gerona, al N. E., hasta los macizos de Pedra-Forca al Oeste, que comprende toda la vertiente Sur de la Sierra de Cadí, dentro de la provincia de Barcelona hasta el confín de la de Lérida, en término de Gosol, siguiendo por el Sur y abarcando todas las sierras paralelas á la línea principal de los Pirineos orientales, con sus intrincadas estribaciones, cuyas cuencas más importantes son las del río Greixa, Bastereny, Saldes, Margansol, Metje, etc., en cuyas vertientes se hallan los montes más ó menos poblados de pinos silvestres y negros, robles y abetos, aunque éstos sean muy pocos, de Pobla de Lillet, San Julián de Serdañola, Brocá, Greixa, Gabarrós, Gisclareny, Saldes, Aspart, Paguera, La Baells, Borredá, Berga, Valldán, Castellar de Riu y mas al S. O. los de Capolat y Cint. En esta región extensísima, que vierte sus aguas al Llobregat, que tiene su orígen al pié de Castellar de Nuch, se halla la gran zona de régimen torrencial, bien definido, de la provincia de Barcelona, siendo sus afluyentes principales, ríos importantes en sus relaciones con el régimen del Llobregat

pues, el Bastareny, á pesar de su pequeño recorrido, lleva tanta agua ó mas que el Llobregat, desde Castellar á la confluencia del Bastareny con este río á pocos centenares de metros de Bagá.

El Llobregat, en toda la región alta, vá profusamente encajonado en el valle, de modo que las inundaciones del río, al pasar por frente de La Consolación y Serchs, no tienen importancia alguna, y puede decirse que forma un canal que ensancha á partir de la estación de Olván, en el ferrocarril de Manresa á Berga, para ensancharse ya, pero, asurcando siempre, la vaguada al recorrer los términos de Gironella, Balsareny, Manresa, hasta formar en el Pla de Bages un gran surco, en cuyas orillas se ha instalado la hermosa industria algodonera de la cuenca media del río, que forma una de las más importantes riquezas de Cataluña. A pocos kilómetros, aguas abajo, de Manresa, el Cardoner desagua en el Llobregat, y junto al puente del Diablo de Martorell, La Noya, que son, en la cuenca media y baja los dos afluentes más importantes del río, ensanchándose el cauce al pasar por Molins de Rey, en tales términos y en tan suaves pendientes que, si los ribereños codiciosos no lo hubieran estrechado, las inundaciones no habrían alcanzado las pavorosas proporciones de estos tiempos, ni los pueblos, sentados casi en sus orillas, no sufrirían los efectos del paludismo, en grado tan excesivo y que son producto mas que del empantanamiento de aguas en el subsuelo, de las lagunas y charcas que dejan las grandes avenidas en terrenos bajos, arcillosos, y que, saturados de agua, no dan paso á filtraciones, ni á mas medio de agotamiento que, á la evaporación lenta y peligrosa producida por la acción del calor solar.

No he de insistir en la doble importancia del estudio del Llobregat, en sus tres zonas:

La del orígen, al pié de Castellar de Nuch, hasta la estación de Olván, por debajo de Berga.

La de Olván á Molins de Rey.

La de Molins de Rey hasta el mar.

La primera, que habría que relacionarla á la cuenca alta del Cardoner, en la comarca de Solsona, constituye, como he dicho antes, la cuenca hidrológica de régimen torrencial de la provincia de Barcelona, en la que deberían corregirse los torrentes, repoblarse la zona forestal, sugetando las tierras y dominando las aguas, constituyendo lo que he llamado, explicándolo, un extensísimo pantano natural.

La segunda zona, que comprende toda ó casi toda la fabricación de algodón de aquella cuenca, emplazada en la márgen derecha del río, y sin perjuicio del aprovechamiento de aguas de la comarca, siguiendo por los términos de Monistrol y Esparraguera, hasta llegar á Molins de Rey que beneficiaría, en primer término, el aumento de caudal producido por aquel pantano natural, y porque, disminuidos los arrastres de masas detríticas arrancadas de las vertientes, se evitarían los grandes daños que ocasionan en las presas, los canales, las com-

puertas y los mecanismos expuestos directamente á la acción de las aguas desbordadas.

La tercera zona, que puedo llamar de inundación, en la parte comprendida entre Molins de Rey y el mediterráneo, que beneficiando el mayor caudal de aguas procedentes de un régimen normal establecido en la cuenca alta del río, al corregir los torrentes y repoblar las montañas, se conseguiría más regularidad en los aprovechamientos de aguas procedentes del Canal de la Infanta, y en los desparramados por las márgenes del Llobregat que constituyen una vega feraz y una riqueza importantísima, y disminución de inundaciones, arrastres y daños consiguientes al estado anormal en que se halla la cuenca alta del río.

Negar importancia á estos trabajos que deben realizarse en las cuencas alta y baja del Llobregat, con aumento de riqueza de las tres en que he dividido este estudio, y que podrían llamarse: á la alta, forestal y pecuaria; á la segunda, industrial, y á la tercera, agrícola; negar que deberá simultanearse porque la pérdida de tiempo es tirar dinero caprichosamente y á manos llenas, dando pruebas de una imprevisión indigna de un pueblo culto, sería cerrar los ojos á la luz para no ver el desconcierto en la zona forestal; y en la agrícola, la vergüenza y la ruina.

Los trabajos que deben hacerse para corregir los torrentes y repoblar las vertientes de las montañas deben encomendarse á la acción del Estado, haciendo, en la cuenca alta del Llobregat, lo que está haciendo ya, con resultados provechosos dignos de aplauso, en las del Júcar y el Segura.

Hay que empezar por estudiar los perímetros de los ríos y torrentes principales: los del mismo Llobregat, Bastareny, Saldes, etc., incluirse en estos perímetros los montes públicos existentes, y los particulares que se deberán expropiar por causa de utilidad pública; corregir los torrentes por medio de diques laterales y normales á las corrientes para impedir los deslizamientos y los arrastres, levantando los perfiles longitudinales y transversales de cada torrente para formar concepto de la importancia que han de tener las obras de fábrica que se hayan de hacer, hasta conseguir que, entre dos diques, bien estribados, se forme el perfil de equilibrio en que las aguas corran sin asurcar, ni arrastrar, produciendo, al pié de cada presa, un salto que sea un punto muerto de corriente, y por consiguiente de velocidad y fuerza.

Por lo que toca á la repoblación de las vertientes, y mientras se vayan construyendo los diques ó presas empezadas por las partes mas altas de cada cuenca, y con aumentos de importancia en las obras, reducidas en el orígen á cordones de mampostería en seco, hasta llegar á las mas bajas y comprometidas, verdaderas presas de mampostería concertada, bien ripiada y rejuntada para evitar que los empujes las vuelquen y destruyan; cada vertiente, dado su estado de denudación, exposición, altitud, composición mineralógica, etc., exigirá siembras ó plantaciones de especies de hoja plana ó de hoja perenne, empleando procedimientos aconsejados por la práctica y la ciencia, para formar,

con el menor gasto posible, un gran pantano natural y un gran centro productor de riqueza, tanto más importante y de porvenir más seguro, cuanto mayor sea el despilfarro y el abandono de los gobiernos, y más crezca la industria y la población de España.

Por lo que toca á la parte baja, tan interesante, bajo el punto de vista agrícola, y lo que es más importante, bajo el de la salvaguardia de vidas y haciendas, hay que empezar por rectificar, por medio de un deslinde el ancho del cauce, devolviéndole el primitivo, y que tenía, cuando la codicia de los ribereños no lo había estrechado, con estacadas, y otros excesos, que no debieron consentirse. Esta labor es dura porque es de sacrificio, pero, al tratarse de la vida agena y de la hacienda que merece respetos, cuando la codicia no la ha hecho odiosa, no hay exageración de principio en pedir que se haga justicia, y que se rectifique el cauce, reponiendo las cosas á su primitivo estado.

El encauzamiento, la desviación del río, el saneamiento de las tierras sujetas á la inundación, todo ello de utilidad indiscutible, ha de ser obra de un sindicato, fuertemente subvencionada por el Estado, que mejora su propia riqueza, y por la provincia que no ha de consentir, por más tiempo, que la fiebre merme, á las puertas de Barcelona, una poblacion laboriosa que, estando en posesión de una gran riqueza, muere al explotarla, en condiciones indignas de una comarca civilizada.

Creo haber consignado de una manera precisa y clara, mi opinión de que las obras, y las repoblaciones, en la cuenca alta, no han de ser obstáculo para que se efectúen las de rectificación, desvío y saneamiento, en la baja; pero, no he de terminar este estudio sin exponer concretamente mi pensamiento de que las obras que se emprendan en el cauce del río, desde Molins de Rey hasta el mar, serán deficientes, incompletas, y á la postre, inútiles; si no se afianzan, con la corrección de los torrentes y la repoblación de las vertientes de las cuencas altas.

PRESENTED
DEC 1904
BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY
550

Títulos de las Memorias que pueden recortarse para las papeletas de la Biblioteca

MASCAREÑAS, Eugenio

Algunas consideraciones generales acerca de las causas que han contribuído principalmente al desarrollo de las ciencias experimentales y de sus aplicaciones en nuestros días

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. IV, p. 1.

ROUVIÈRE, Luis

De como entiendo que tiene lugar, físicamente, la formación de las dunas y modo radical de evitarla entre las desembocaduras de los ríos Ter y Fluvià

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. IV, p. 11.

COMAS SOLÁ, José

Distribución de los astros en el espacio

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. IV, p. 29.

COMAS SOLÁ, José

Observaciones del eclipse total de Sol del 28 de mayo de 1900

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. IV, p. 47.

COMAS SOLÁ, José

Medidas micrométricas de 156 estrellas múltiples

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. IV, p. 53.

CLARIANA y RICART, Lauro

Aplicación de la cantidad indefinidamente grande á las funciones elípticas

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. IV, p. 75.

MASRIERA y MANOVENS, José

Arte moderno

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. IV, p. 83.

RICART y GIRALT, José

La Hora

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. IV, p. 89.

COMAS SOLÁ, José

Nuevas observaciones de Marte; oposición de 1901

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. IV, p. 111.

TORRENTS y MONNER, Antonio

Comparación matemática entre los distintos modos de calcular los descuentos simple y compuesto

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. IV, p. 115.

ROUVIÈRE, Luis

Del infinito

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. IV, p. 145.

COLL y PUJOL, Ramón

De la importancia de los Laboratorios de Fisiología en el adelantamiento de las Ciencias Médicas

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. IV, p. 151.

COMAS SOLÁ, José

La Nova Persei

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. IV, p. 157.

COMAS SOLÁ, José

Júpiter en 1901

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. IV, p. 189.

CANALDA, Luis

La Termo-dinámica en la Astronomía.—Primera parte.—La aceleración secular de la Luna

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. IV, p. 203.

SINTAS y ORFILA, Conrado

Estudio y aplicaciones industriales de los gases combustibles

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. IV, p. 225.

BORJA y GOYENECHE, Joaquín de

La Pesca

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. IV, p. 237.

MARIANO VIDAL, Luis y MEUNIER, Fernand

Sobre la presencia del tramo Kimeridgense en el Montsech y hallazgo de un Batracio en sus hiladas.

Una nueva Cicada del Kimeridgense en el Montsech

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. IV, p. 263.

MASRIERA y MANOVENS, José

La fundición de bronces de arte á cera perdida

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. IV, p. 275.

CAMPS y de OLZINELLAS, Carlos de

Un caso de fasciación

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. IV, p. 285.

ALMERA, Jaime

Mas Graptolites en la mole del Tibidabo (Barcelona)

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. IV, p. 291.

MUNDI y GIRÓ, Santiago

Importancia de los sistemas harmónicos en la constitución de la matemática

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. IV, p. 301.

COMAS SOLA, José

Medidas micrométricas de 60 estrellas dobles

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. IV, p. 317.

CASARES GIL, José

Análisis de algunas aguas minerales de España

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. IV, p. 327.

ALMERA, Jaime

Excursión geológica dirigida á estudiar las relaciones del grupo de Mongat con el de Vallcarca

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. IV, p. 337.

RENÉ ZEILLER, M.

Sobre algunas impresiones vegetales del Kimeridgense en Santa María de Meyá, provincia de Lérida (Cataluña)

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. IV, p. 345.

CADEVALL y DIARS, Juan

Colores y aromas florales

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. IV, p. 357.

NAVÁS, Longinos

Diláridos de España

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. IV, p. 373.

CAÑETE del PINAR, Conde de

Sobre un arco de paralelo

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. IV, p. 383.

COMAS SOLÁ, José

Sobre los radiantes estacionarios

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. IV, p. 425.

COMAS SOLÁ, José

Notas sobre los planetas Júpiter y Saturno

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. IV, p. 435.

MARCER, Pedro

Caractéres ópticos de los cristales diafanos. —1.º Indice de refracción

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. IV, p. 441.

ALMERA, Jaime, y BOFILL, Arturo

Consideraciones sobre los restos fósiles cuaternarios de la caverna de Gracia (Barcelona)

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. IV, p. 447.

MEUNIER, Fernand

Nuevas contribuciones á la fauna de los Himenópteros fósiles

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. IV, p. 461.

SAUVAGE, H. E.

Noticia sobre los Peces de la caliza litográfica de la provincia de Lérida (Cataluña)

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. IV, p. 467.

PUIG y VALLS, Rafael

Problema de meteorología pirenaica

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. IV, p. 483.

CLARIANA y RICART, Lauro

Importancia de ciertas funciones para obtener directa y fácilmente muchas integrales de aplicación á la Mecánica racional

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. IV, p. 491.

MASRIERA y MANOVENS, José

El arte plástico y gráfico

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. IV, p. 509.

ALMERA, Jaime

Una playa de terreno cuaternario antiguo en el llano de San Juan de Vilasar

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. IV, p. 515.

PUIG y VALLS, Rafael

El Llobregat: sus cuencas alta, media y baja, y obras indispensables que hay que realizar en ellas para conseguir que las inundaciones sean cada vez menos temibles y las aguas normales más constantes, con aumentos de riqueza pública y particular

en las

MEMORIAS de la R. Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, época III, t. IV, p. 525.